



**ANALISIS KEANDALAN SISTEM INSTRUMENTASI *STERILIZER*
MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED*
MAINTENANCE (RCM) DI PT PERKEBUNAN
NUSANTARA V PKS SEI INTAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Elektro



Oleh:

FATKHULANAS SUBEKTI

11355104537

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU

PEKANBARU

2021

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS KEANDALAN SISTEM INSTRUMENTASI *STERILIZER* MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED* *MAINTENANCE (RCM)* DI PT PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS SEI INTAN

TUGAS AKHIR

Oleh:

FATKHULANAS SUBEKTI

11355104537

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro di Pekanbaru, pada tanggal 24 Februari 2021

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom.

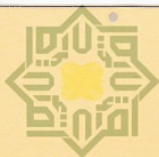
NIP. 19750922 200912 2 002

Pembimbing Tugas Akhir

Jufrizel, S.T., M.T.

NIP. 19740719 200601001

UIN SUSKA RIAU



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KEANDALAN SISTEM INSTRUMENTASI *STERILIZER* MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED* *MAINTENANCE (RCM)* DI PT PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS SEI INTAN

TUGAS AKHIR

Oleh:

FATKHULANAS SUBEKTI

11355104537

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 24 Februari 2021

Pekanbaru, 24 Februari 2021

Mengesahkan,

Ketua Program Studi

Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19750922 200912 2 002

Dekan

Dr. Ahmad Darmawi, M.Ag.
NIP. 19660604 199203 1 004

DEWAN PENGUJI:

Ketua : Rika Susanti, S.T., M.Eng
Pembimbing : Jufrizel, S.T., M.T.
Penguji I : Aulia Ullah, S.T., M.Eng
Penguji II : Halim Mudia, S.T., M.T.



LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 24 Februari 2021

Yang membuat pernyataan,

FATKHULANAS SUBEKTI

11355104537

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang

Barang siapa Yang menghendaki kehidupan dunia, maka wajib baginya berilmu,
dan barang siapa yang menghendaki kehidupan akhirat,
maka wajib baginya berilmu, dan barang siapa yang menghendaki keduanya,
maka wajib baginya berilmu.
(HR.Tirmidzi)

Terima Kasih Ya Allah ...

Sembah sujud serta syukurku kepada-Mu ya Allah, zat yang Maha Pengasih namun tak pernah pilih kasih dan Maha Penyayang yang kasih sayang-Nya tak terbilang. Engkau zat yang Maha membolak-balikkan hati, teguhkanlah hati ini di atas agama-Mu ya Allah. Lantunan sholawat beriring salam penggugah hati dan jiwa, menjadi persembahan penuh kerinduan pada sosok panutan umat, pembangun peradaban manusia yang beradab Nabi Besar Muhammad SAW.

Niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat.
(QS : Al-Mujadilah 11)

Ku persembahkan karya ini untuk Ayahanda tercinta, sosok pejuang dalamhidupku yang tak pernah mengenal kata lelah apalagi mengeluh serta Ibunda tersayang, malaikat tanpa sayap dalam hidupku yang tak kenalwaktu siang dan malam selalu menjaga dan melindungi hingga aku bisa sampaiseperti sekarang ini, Adik-adik tercinta, seluruh keluarga sertasahabat dan seluruh keluarga besar teknik elektro UIN SUSKA RIAU yang doanya senantiasa mengiringi setiap derap langkahku dalam meniti kesuksesan.

Dan katakanlah:”Ya Tuhan-ku, masukkan aku ketempat masuk yang benar dan keluarkanlah (pula) aku ketempat keluar yang benar dan berilah aku disisi-Mu kekuasaan yang dapat menolongku.”
(QS: Al-Isra 80)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



ANALISIS KEANDALAN SISTEM INSTRUMENTASI *STERILIZER* MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED* *MAINTENANCE (RCM)* DI PT PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS SEI INTAN

FATKHULANAS SUBEKTI

NIM: 11355104537

Tanggal Sidang: 24 Februari 2021

Tanggal Wisuda:

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. H.R. Soebrantas No. 115 Pekanbaru

ABSTRAK

Dalam era global sekarang ini, perusahaan mulai banyak mencari alternatif untuk mencoba meningkatkan efisiensi operasionalnya dari segi kualitas dan kuantitas produksi. Salah satu hal yang mendukung kelancaran proses produksi adalah keandalan dan ketersediaan mesin yang digunakan. *Reliability Centered Maintenance (RCM)* merupakan metode yang dapat membantu perawatan dan pemilihan tindakan dengan hasil berupa jadwal dan prioritas perbaikan. Berdasarkan hasil menggunakan RCM didapat analisis nilai MTTF dengan waktu operasi semua komponen yang dapat menyebabkan kerusakan yang paling sering berada di komponen *rotortrem* dan *exhaust valve* dengan nilai MTTF sebesar 4321 dengan 6 kali mengalami kegagalan dan di dapatkan jadwal perawatan 180 hari kerja. Sehingga jika jadwal perawatan yang di gunakan berjalan dengan baik maka *breakdown* bisa dihindari dan dapat memperkecil waktu *downtime*.

Kata Kunci: Kelancaran proses produksi, *Reliability Centered Maintenance*, MTTF



STERILIZER INSTRUMENTATION SYSTEM RELIABILITY ANALYSIS USING RELIABILITY CENTERED METHOD MAINTENANCE (RCM) AT PT PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS SEI INTAN

FATKHULANAS SUBEKTI

NIM : 11355104537

Trial date: 24 February 2021

Departement of Electrical Engineering

Faculty of Science and Technology

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. H.R. Soebrantas No. 115 Pekanbaru

ABSTRACT

In today's Global era, companies era starting to look for alternative to try to improve their operational efficiency in the terms of quality of production. One off the things that supports the smooth running of the production process is the machines used. Reliability Centered Maintenance (RCM) is a method that can assist maintenance and selection of action with results in the from of schedule and priority repairs. Based on the result using RCM, it is obtained that the analysis of the MTTF value with the operating time off all components that can cause damage is most often in the rotortrem and exhaust valve components with an MTTF value of 4321 with 6 failure and a maintenance schedule of 180 working days is value working days is obtained. So that if the maintenance schedule used goes well, breakdows can be avoided and can reducat downtime.

Keyword: Smooth production proces, Reliability Centered Maintenance (RCM), MTTF



KATA PENGANTAR

Assalâmu'alaikum Waraḥmatullâhi Wabarakâtuh

Dengan mengucap *Alḥamdulillâhi Rabbil-‘Âlamîn*, penulis memanjatkan Puji dan Syukur kepada Allâh *Subḥânahu WaTa’âlâ*, Dzat yang tidak serupa dengan makhluk-Nya dan tidak ada satu pun makhluk yang menyerupai-Nya. Shalawat dan Salam semoga senantiasa tercurah kepada makhluk yang paling mulia secara mutlak, yaitu Nabî Agung Muhammad *Shallallâhu ‘Alaihi Wasallam*, para keluarganya yang muslim, segenap sahabatnya serta para pengikutnya sampai hari kiamat kelak.

Penulisan Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Atas pertolongan dari Allâh, penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan judul **“ANALISIS KEANDALAN SISTEM INSTRUMENTASI *STERILIZER* MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM) DI PT PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS”**.

Melalui proses bimbingan dan pengarahan yang disumbangkan oleh orang-orang yang berpengalaman, dorongan, motivasi dan juga do’a orang-orang yang ada disekeliling penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan penuh kesederhanaan. Sudah menjadi ketentuan bagi setiap mahasiswa yang ingin menyelesaikan studinya pada perguruan tinggi UIN SUSKA Riau untuk membuat karya ilmiah berupa Tugas Akhir guna memperoleh gelar sarjana.

Oleh sebab itu sudah sewajarnya penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Teristimewa ayah, ibu dan sa penulis serta keluarga besar yang telah mendo’akan, memberikan dukungan dan motivasi agar penulis dapat sukses dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik dan benar.
2. Bapak Prof. Dr. Suyitno, M.Ag selaku PLT rektor UIN SUSKA Riau beserta kepada seluruh staf dan jajarannya.
3. Bapak Dr. Ahmad Darmawi, M. Agselaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau beserta kepada seluruh Pembantu Dekan, Staf dan jajarannya.



4. Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau.
5. Bapak Mulyono, S.T., M.T selaku sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau.
6. Bapak Jufrizel, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu serta pemikirannya dengan ikhlas dalam memberikan penjelasan dan masukan yang sangat berguna sehingga penulis menjadi lebih mengerti dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Ibu Rika Susanti, S.T., M.Eng selaku ketua sidang yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memimpin jalannya sidang Tugas Akhir ini serta memberikan kritik dan saran yang sangat membangun terhadap penulis.
8. Bapak Aulia Ullah, S.T., M.Eng selaku dosen penguji I Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu untuk memberi kritik dan saran terhadap penulisan Tugas Akhir ini.
9. Bapak Halim Mudia, S.T., M.T selaku dosen penguji II Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu untuk memberi kritik dan saran terhadap penulisan Tugas Akhir ini.
10. Bapak Ibu dosen yang telah memberikan pengetahuan dan mencurahkan ilmunya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
11. Teman seperjuangan, Mahasiswa seluruh angkatan 13 dan lain-lain baik dari dalam maupun luar kampus yang telah memberikan dorongan, semangat serta motifasi sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
12. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

Semoga bantuan yang telah diberikan baik moril maupun materil mendapatkan balasan pahala dari Allah SWT, dan sebuah harapan dari penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca umumnya.

Semua kekurangan hanya datang dari penulis dan kesempurnaan hanya milik Allah SWT, hal ini yang membuat penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharap kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat positif dan membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Pekanbaru, 24 Februari 2021

Penulis,

Fatkhulanas Subekti

11355104537

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-4
1.3 Tujuan Penelitian	I-4
1.4 Batasan Masalah	I-4
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-4
1.6 Sistematika Penulisan	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1 Penelitian Terkait	II-1
2.2 Keandalan.....	II-3
2.3 Ketersediaan (<i>Availability</i>)	II-7
2.4 Teori Perawatan	II-8
2.5 Sterilizer	II-9
2.5.1 Jenis Sterilizer	II-10
2.5.2 Bagian-bagian pada Sterilizer	II-10



2.6	Reliability Centered Maintenance (RCM)	II-14
2.7	Tujuan dari Reliability Centered Maintenance	II-16
2.7.1	Keuntungan dari Reliability Centered Maintenance	II-17
2.7.2	Akibat Kerusakan Menurut Reliability Centered Maintenance	II-17
2.7.3	Karakteristik Reliability Centered Maintenance	II-18
2.7.4	Sistematika Penyusunan Reliability Centered Maintenance	II-18
2.8	Diagram Pareto.....	II-30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		III-1
3.1	Jenis Penelitian.....	III-1
3.2	Uraian <i>Flowchart</i> Penelitian.....	III-2
3.2.1	Tahap Perencanaan.....	III-2
3.2.2	Studi Literatur	III-3
3.2.3	Pengumpulan Data	III-3
3.2.4	Pengolahan Data.....	III-3
3.2.5	Analisis Data	III-5
3.2.6	Proses Dengan Metode RCM.....	III-5
3.2.7	Diagram pareto	III-9
BAB IV HASIL DAN ANALISA.....		IV-1
4.1	Pemilihan Sistem dan Mengumpulkan Informasi	IV-1
4.2	Definisi batasan sistem.....	IV-1
4.3	Deskripsi Sistem dan <i>Function Blog Diagram</i>	IV-1
4.3.1	Deskripsi Sistem	IV-2
2.7.5	Deskripsi Sistem dan <i>Functional Block</i>	IV-2
4.4	Penentuan Kerusakan Fungsi dan Fungsional.....	IV-3
4.5	Failure Mode and Effect (FMEA)	IV-5
4.6	Logic Tree Analysis (LTA)	IV-12
4.7	Pemilihan Tindakan	IV-16



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.7.1	Tindakan Perawatan <i>Conditional Directed</i> (CD)	IV-19
4.7.2	Tindakan Perawatan <i>Time Directed</i> (TD)	IV-21
2.7.6	Tindakan perawatan <i>Failure Fiding</i> (FF).....	IV-22
4.8	Analisa Ketersediaan (Availability)	IV-23
4.9	Jadwal perawatan	IV-Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		V-1
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran.....	V-1
LAMPIRAN A		
LAMPIRAN B		
LAMPIRAN C		
LAMPIRAN D		
LAMPIRAN E		
LAMPIRAN F		
LAMPIRAN G		



Gambar
Halaman

2.1 <i>Bathtub Curve</i>	II-4
2.2 Model Keandalan Sistem Seri	II-7
2.3 Model Keandalan Paralel.....	II-7
2.4 Inlet Valve	II-11
2.5 Condensat Valve.....	II-12
2.6 Exhaust Valve.....	II-12
2.7 Panel Control Utama	II-13
2.8 <i>Rotorthem</i>	II-13
2.9 (PLC) <i>Programmable Control Logic</i>	II-14
2.10 Air Compressor	II-14
2.11 Prinsip-prinsip Dasar RCM	II-17
2.12 Struktur <i>Logic Tree Analysis</i>	II-29
2.13 Cara Seleksi Tindakan PM	II-30
3.1 Diagram Alur Penelitian.....	III-1
3.2 Alur Pengolahan Data RCM.....	III-4
4.1 Deskripsi Sistem.....	IV-2
4.2 Gambar Grafik Diagram Pareto Sterilize no 3	IV-14

- Hak Cipta Milik UIN Suska Riau
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa menandatangani dan menyebutkan sumber:
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR TABEL

2.1 <i>Severity</i> dalam FMEA	II-22
2.2 <i>Occurance</i> dalam FMEA.....	II-24
2.3 <i>Detection</i> dalam FMEA.....	II-25
3.1 <i>Worksheet</i> FMEA	III-6
3.2 <i>Worksheet</i> LTA	III-7
3.3 <i>Worksheet</i> Pemilihan Tindakan	III-8
4.1 Kode Sistem Komponen <i>Instrumentasi Sterilizer</i>	IV-4
4.2 Fungsi dan Kerusakan Fungsional <i>Instrumentasi Sterilizer</i>	IV-5
4.3 <i>Worksheet</i> hasil FMEA.....	IV-7
4.4 Pengurutan Nilai RPN	IV-12
4.5 Persentasi Kumulatif pada Komponen <i>Sterilizer</i> No 3.....	IV-13
4.6 <i>Worksheet</i> Hasil <i>Sterilizer</i> No 3	IV-15
4.7 Kategori Komponen	IV-17
4.8 <i>Worksheet</i> Pemiihan Tindakan	IV-20
4.9 Pemilih Tindakan.....	IV-21
4.10 Tindakan Perawatan <i>Conditional Directed</i> (CD)	IV-21
4.11 Jadwal Perawatan Komponen <i>Sterilizer</i> No 3	IV-22
4.12 Tindakan Time Directed (TD)	IV-22
4.13 Tindakan <i>Failure Fiding</i> (FF)	IV-23
4.14 Analisis <i>Availability</i> Instrumentai Sterlizer No 3	IV-24

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era global sekarang ini, perusahaan mulai banyak mencari alternatif untuk mencoba meningkatkan efisiensi operasionalnya dari segi kualitas dan kuantitas produksi. Dalam industri saat ini, kualitas produk sangat menentukan tingkat persaingan. Meningkatkan hasil produksi terus menerus memerlukan proses produksi yang lancar. Salah satu hal yang mendukung kelancaran proses produksi adalah keandalan dan ketersediaan mesin yang digunakan. Mesin yang rusak secara mendadak dapat mengganggu rencana proses produksi yang telah dijadwalkan. Untuk meningkatkan kemampuan produksi yang baik, maka diperlukan serta pengetahuan teknis dalam mengoperasikan alat-alat yang berada dipabrik dengan tujuan agar tidak mengabaikan mutu dari proses produksi yang dihasilkan oleh PT Perkebunan Nusantara V PKS Sei Intan.

PT Perkebunan Nusantara V PKS Sei Intan perusahaan yang bergerak dalam bidang pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi *Crude Palm Oil* (CPO). Perusahaan ini berdiri tahun 1993 dan beroperasi selama 24 jam dengan kapasitas olah 30 ton per jam. PT Perkebunan Nusantara V PKS Sei Intan, memiliki beberapa unit stasiun yang sangat penting dalam proses pengolahan salah satunya adalah *sterilizer*. Proses pengolahan kelapa sawit dilakukan dalam rangkaian kontinue, dan hasil dari proses sebelumnya akan dilanjutkan ketahap berikutnya tanpa dapat mengubah tetapi hanya melanjutkan. Oleh karena itu dalam proses awal jika melakukan kesalahan maka dalam proses selanjutnya tidak akan mendapatkan hasil yang baik [1].

Dalam sistem pengolahan kelapa sawit, salah satu proses awalnya adalah proses rebusan (*sterilizer*) yang dilaksanakan pada stasiun rebusan. *Sterilizer* (ketel rebusan) adalah suatu bejana uap bertekanan yang digunakan untuk merebus kelapa sawit. Dalam proses produksi kelapa sawit, sterilizer merupakan pengolahan mekanis yang pertama untuk buah kelapa sawit. Sterilizer menggunakan uap basah sebagai media pemanas yang berasal dari sisa pembuangan turbin uap yang dimasukkan ke dalam tangki *supply* atau BPV (*Back Pressure Vessel*). Umumnya sterilizer tipe *horizontal* dirancang dengan panjang yang memuat 8-10 lori dengan suhu 130°C dan tekanan 2,9-3 kg/cm² dan lama perebusan 80-90 menit [2].

Sterilizer memiliki peranan penting yaitu untuk mematikan aktifitas enzim, mempermudah pelepasan buah dari tandan, mempermudah pemisahan minyak dari daging



buah, menurunkan kadar air dari daging buah, mempermudah pemisahan anatar inti dan cangkang. Baik buruknya mutu dan jumlah hasil olahan suatu pabrik kelapa sawit terutama ditentukan oleh keberhasilan rebusan yang dilakukan oleh sterilizer tersebut. Oleh sebab itu merebus buah harus sesuai dengan ketentuan yang ada dan merupakan suatu hal yang mutlak dilakukan. Selama proses perebusan diharapkan tekanan uap yang diterima oleh sterilizer harus sesuai sehingga panas dapat menembus masuk ke dalam daging buah sehingga dapat menghasilkan mutu minyak dan kondisi sterilizer yang baik [2].

Menurut bapak Sholikin (operator) sistem perawatan (*maintenance*) yang selama ini berjalan di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Intan kurang memperhatikan faktor keandalan mesin. Setiap ada kerusakan, bagian perawatan hanya mengganti komponen yang rusak tanpa memperhatikan keandalan atau kondisi mesin saat itu apakah mampu beroperasi sesuai dengan yang di harapkan apakah tidak. Penggantian komponen yang hanya bersifat sementara (*corrective*) mengakibatkan adanya penghentian proses produksi secara tiba-tiba sehingga akan merugikan perusahaan yaitu kehilangan jam produksi untuk waktu perbaikan maupun penggantian komponen mesin [3].

Selama periode 2016 sampai pertengahan tahun 2019 *sterilizer* no 3 mengalami kerusakan yaitu mencapai 28 kali kerusakan yang mengakibatkan terganggunya dalam proses produksi. Kerusakan sterilizer ini dapat mengakibatkan proses selanjutnya terganggu, karna sterilizer ini terletak pada proses awal produksi. Untuk menanggulangi hal tersebut diperlukan perencanaan perawatan mesin yang terjadwal (*preventive maintenance*) dan untuk mengurangi kerusakan mesin mendadak (*failure maintenance*) [1].

Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja dari *sterilizer* adalah dengan melakukan perhitungan keandalan, menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Perhitungan keandalan perlu dilakukan untuk menganalisis seberapa besar peluang terjadinya kegagalan atau kerusakan terhadap *sterilizer* yang bekerja pada temperature dan tekanan tinggi yang dapat mengakibatkan kegagalan dan mengurangi kualitas proses produksi.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain dengan mempertimbangkan berbagai jenis-jenis kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen serta menganalisa pengaruh-pengaruh yang



terjadi terhadap keandalan. Bagian utama dari analisis menggunakan FMEA ini adalah *Risk Priority Number* (RPN) [4].

Pada penelitian yang lain didapat, Dari proses identifikasi menggunakan FMEA didapat packing packing pintu dengan nilai tertinggi dan gasket sheet filler terendah dan dari perhitungan menggunakan metode Fault tree analysis (FTA) nilai peluang kegagalan sistem sterilizer horizontal adalah 24,30%, sedangkan dari hasil perhitungan keandalan system didapat sebesar 96,01% pada 8 jam operasi dan 30,44% pada 234 jam, maka dapat disimpulkan bahwa semakin lama sterilizer dipakai maka keandalan semakin menurun [5].

Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah sebuah metode proses pemeliharaan yang digunakan untuk menentukan langkah-langkah persyaratan pemeliharaan asset dalam rentan oprasinya untuk memastikan keandalan sistem. Metode RCM mencakup pemecah masalah, dan kemudian menentukan metode kerusakan utama dari kegagalan, sehingga keputusan pemeliharaan dapat dibuat dan fokusnya untuk mencegah sering terjadinya kegagalan [6].

Pada penelitian yang lain, tindakan perawatan dari RCM diperoleh kategori tindakan perawatan yang paling tepat yaitu 7 komponen masuk tindakan *time directed*, 11 komponen masuk tindakan *condition directed*, dan 6 komponen masuk tindakan *failure finding*, dalam penerapannya dapat dilakukan pemeriksaan rutin terhadap komponen baik dengan cara melakukan kalibrasi, perbaikan dan pergantian komponen dan jadwal perawatannya dari 53 hari, 77 hari, 107 hari, 120 hari, 154 hari, 179 hari, 270 hari dan 360 hari kerja sesuai komponennya dengan hasil analisis nilai keandalan kedua *boiler* yaitu pada *boiler* No. 1 nilai keandalan sebesar 99,91 % dan pada *boiler* No 2 sebesar 99,99 % [7].

Berdasarkan permasalahan dari latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka penulis tertarik untuk meneliti tentang **“ANALISIS KEANDAIAAN SISTEM INSTRUMENTASI RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DI PT PERKEBUNAN NUSANTARA V PKS SEI INTAN”**. PT Perkebunan Nusantara V PKS Sei Intan merupakan Pabrik Industri kelapa sawit yang bergerak dibidang minyak mentah (CPO) dalam pengolahannya PT Perkebunan Nusantara V PKS Sei Intan megolah sendiri industri kelapa sawit dengan memiliki perkebunan dan Pengolahan Produksi CPO. Perusahaan ini merupakan salah satu perusahaan penghasil minyak mentah terbesar di Riau, sehingga



keandalan dari *Sterilizer* menjadi prioritas. *Sterilizer* merupakan proses awal dalam pengolahan minyak mentah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, permasalahan yang ingin diselesaikan melalui penelitian ini adalah Bagaimana menentukan jadwal perawatan untuk komponen sistem instrumentasi sterilizer dan bagaimana mengetahui tingkat ketersediaan dari komponen sterilizer dengan menggunakan metode RCM.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada permasalahan tersebut, maka penelitian ini bertujuan:

1. Memberikan rekomendasi tindakan perawatan terhadap sistem instrumentasi sterilizer menggunakan metode RCM.
2. Menentukan selang waktu pada kerusakan yang terjadi pada komponen instrumen sterilizer saat penggantian serta menentukan jenis perawatan yang digunakan.
3. Memberikan jadwal perawatan untuk sistem instrumentasi sterilizer

1.4 Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan yang dikaji seperti yang di ungkapkan diatas, maka penulis hanya memfokuskan penelitian ini pada:

Yang menjadi objek penelitian hanya pada komponen pada sterilizer no 3 di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Intan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

Data kerusakan yang diamati dan dianalisis adalah data dari tahun 2016 sampai 2019.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan bisa memberi saran dan masukan bagi semua pihak yang terkait. Adapun manfaat yang diharapkan adalah:

1. Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan.
2. Hasil penelitian diharapkan dapat menjaga kualitas dan kinerja dari komponen instrumentasi *sterilizer* dan mengurangi biaya perawatan.



3. Bagi penulis dapat memperoleh pengalaman dan ilmu pengetahuan tentang keadalan peralatan industri dengan menerapkan metode *Reliability Centerd Maintenance* (RCM).

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dari penulisan ini berhubungan dengan data-data yang telah diambil serta memiliki tujuan untuk mempermudah penelitian dan menganalisa data. Untuk itu penulis membagi penulisan tugas akhir menjadi 5 bab, dimana setiap bab mempunyai beberapa sub-sub bab. Untuk memberikan gambaran lebih jelas, maka diuraikan secara singkat yang pembagiannya secara berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Dalam bab ini penulis akan menguraikan dan menjelaskan latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, dan Sistematika Penulisan laporan Tugas Akhir.

BAB II: LANDASAN TEORI

Dalam bab ini penulis akan menguraikan hal-hal yang bersangkutan dengan penelitian terkait, dasar teori yang digunakan bertujuan untuk mendukung dan menguatkan penelitian serta menjelaskan metode yang dipakai untuk memecahkan permasalahan diperusahaan yang mengenai tentang kehandalan pada *sterilizer*.

BAB III: METODE PENELITIAN

Dalam bab ini penulis akan menguraikan tahapan dalam proses penelitian. Tugas Akhir yang peneliti lakukan juga berisi tentang metode penelitian yang digunakan dalam memecahkan suatu masalah serta menjelaskan bagaimana langkah-langkah pemecahan masalah sampai hasil analisis data.

BAB IV: HASIL DAN ANALISIS

Dalam bab ini penulis akan menguraikan hal-hal yang berisi tentang hasil penelitian beserta analisis data yang diteliti.

BAB V: PENUTUP



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Dalam penelitian Tugas Akhir ini ada beberapa penelitian terkait mengenai penelitian yang telah dilakukan tentang keandalan. Dalam penelitian ini dilakukan studi literatur yang merupakan suatu pencarian teori serta referensi yang sesuai dengan kasus dan permasalahan yang akan diselesaikan. Teori dan referensi tersebut didapat dari jurnal penelitian terdahulu, buku, paper serta sumber lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

Pada penelitian terkait yang dilakukan tentang RCM didapatkan hasil pengolahan dan analisa yang telah dilakukan, didapatkan tingkat kehandalan mesin kompresor menurunnya waktu *downtime* mesin yang dikarenakan adanya tindakan penggantian komponen dan pemeriksaan sebelum terjadi kerusakan sehingga nilai *Availability* dan *Reliability* komponen krisis kompresor mengalami peningkatan. Total *downtime* mengalami penurunan sebesar 44.59% pertahun setelah dilakukan tindakan *Preventive Maintenance* [8].

Pada penelitian terkait yang berjudul Perencanaan Aplikasi RCM dengan Analisa Kualitatif pada Stasiun Pengolahan Biji Sawit. Dalam penelitian ini dilakukan analisa kualitatif dalam menentukan komponen kritis, perawatan yang optimal, interval kegiatan perawatan dan konsekuensi kegagalan pada mesin dan sistem pengolahannya. Hasil penelitian ini dapat diketahui penyebab kegagalan pada sistem screw press karena kegagalan indikasi pada *mechanical* 59% *electrical* 31% dan *instrumentation* 10%, dalam analisa *logic tree* dari total 13 *failure mode* menunjukkan bahwa 24% diantaranya adalah kategori A, 65% kategori A/B, 7% kategori B, 4% kategori C, sedangkan kategori D/A, D/B dan D/C adalah 0%. Jenis perawatan yang didapatkan setelah mengetahui kegagalannya perawatan yang direkomendasikan sebanyak 13 jenis dari *task selection* dengan rincian 35% *time directed* (4 task), 63% *condition directed* (8 task), dan 1% *failure fainding* (1 task) [9].

Pada penelitian selanjutnya yang berjudul Perancangan RCM Untuk Mengurangi *Downtime* Mesin Pada Perusahaan Manufaktur Alumunium. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kategori konsekuensi kegagalan dengan menggunakan *Fault Tree*



Analysis dan *Failure Mode and Effect Analysis* sehingga dapat diambil keputusan RCM yang tepat untuk perusahaan dan perusahaan dapat menurunkan *downtime* kira-kira sebesar 58,07%. Hasil dari penelitian komponen yang mengalami kegagalan fungsi yaitu *valve*, *sekring*, kabel dan rantai *roll conveyor* dan juga diketahui jenis mesin yang mengalami *downtime* yaitu mesin *oven billet*, mesin *loader*, mesin *press*, mesin *puller*, mesin *cutting* dan mesin *oven ageing* [10].

Pada penelitian tentang keandalan yang berjudul Analisis Penerapan Metode RCM dan MVSM Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Sistem *Maintenance* (Studi Kasus PG. X). Metode yang digunakan dalam penelitiannya adalah metode RCM dan MVSM. Dalam penelitian ini MVSM berguna untuk meningkatkan efisien pada perawatan komponen yang rusak antara kondisi perawatan aktual dengan sistem perawatan RCM sehingga losess dalam produksi dapat diminimalisir dan alat dapat berjalan lagi sesuai SOP (*Standar operation System*). Hasil penelitian menggunakan metode ini didapatkan komponen yang paling kritis kondisinya yaitu pada komponen *Unigrator*, *Cane Carrier I*, dan *Cane Carrier II* [11].

Pada penelitian selanjutnya tentang keandalan yang berjudul Usulan Kebijakan Perawatan Area Produksi Trim Chassis Dengan Menggunakan Metode RCM (Studi Kasus: PT. Nissan Motor Indonesia). Metode yang digunakan dalam penelitiannya adalah metode *reliability centered maintenance* dengan mengambil data kerusakan kemudian di pilih objeknya sehingga yang terpilih adalah mesin *overhead conveyor*. Dengan terpilihnya komponen tersebut maka dapat diberikan kebijakan perawatan baru pada sistem kerja mesin *overhead conveyor*. Hasil penelitian yang dilakukan pada *overhead conveyor* yang dianalisis terdapat 38 mode kegagalan yang 34 diantaranya mengalami perubahan kebijakan perawatan menjadi *condition directed* dan 4 mode kegagalan lainnya masih tetap pada kebijakan perawatan yang telah diterapkan [12].

Pada penelitian selanjutnya tentang analisis keandalan sistem instrumentasi *boiler* menggunakan metode FTA dan FMEA di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Pagar. Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwasanya nilai RPN tertinggi terdapat pada *boiler 1* pada komponen *elektrik pump* sebesar 294 dan *boiler no 2* terdapat pada komponen *elektrik pump* sebesar 492. Dari nilai RPN tersebut bahwa nilai keandalan sebesar 60 persen pada boiler no 1 dan 65 persen pada boiler no 2, dimana



keandalan tersebut menurun berdasarkan waktu usia pakai yang begitu lama. Keandalan tersebut diperoleh dari data MTBF komponen instrumentasi. Pada penelitian tersebut masih mengalami kekurangan di mana kelemahan tersebut terdapat pada jadwal perawatan yang kurang optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan *reliability* dari setiap komponen mesin boiler, nilai *reliability* sistem mesin boiler berdasarkan RBD, dan *reliability* mesin boiler dengan konfigurasi *redundant*. Data yang diolah adalah data waktu antara kerusakan (TBF) dari setiap komponen boiler dari periode Januari sampai desember 2010 untuk menentukan nilai MTTF. Berdasarkan hasil penelitian yang didapat bahwasanya nilai dari *reliability* mesin boiler dengan konfigurasi *redundant* adalah 0.7509 [13].

2.2 Keandalan

Keandalan sistem adalah probabilitas atau peluang sistem dapat berfungsi seperti yang diharapkan untuk rentang waktu tertentu dibawah kondisi yang ditetapkan. Konsep analisa keandalan adalah bertolak dari pemikiran layak atau tidaknya suatu sistem melakukan fungsinya. Keandalan atau *reliability* dapat diartikan sebagai peluang bahwa sebuah komponen akan mampu melaksanakan sebuah fungsi yang spesifik dalam suatu kondisi operasi dan periode waktu tertentu. keandalan merupakan salah satu ukuran keberhasilan sistem pemeliharaan yang digunakan untuk menentukan jadwal perawatan. Konsep keandalan sangat berguna pada berbagai industri, misalnya dalam penentuan penggantian peralatan dan komponen mesin[14].

Fungsi keandalan adalah fungsi matematik yang menyatakan hubungan *reliability* dengan waktu, karena nilai fungsi dari *reliability* merupakan probabilitas, maka nilai fungsi *reliability* R bernilai $0 \leq R \leq 1$. Fungsi *reliability* dinotasikan sebagai $R(t)$ dari sistem jika dipakai selama t satuan waktu. Probabilitas sistem dapat bekerja dengan baik selama $[0, t]$ yang diberikan oleh persamaan berikut:

$$R(t) = 1 - F(t), t \geq 0 \quad (2.1)$$

Ukuran performa suatu komponen mesin dinyatakan dalam sebuah notasi peluang. Pemenuhan tersebut bukan bersifat *deterministik*, sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti terjadi atau tidak. oleh sebab itu, kita harus menggunakan peluang dimana sebuah



komponen akan sukses atau gagal dalam batasan tertentu karena tidak mungkin untuk menyatakannya secara pasti.



Gambar 2.1 Bathtub Curve [15]

Nama kurva tersebut disesuaikan dengan bentuk kurva, dimana kurva tersebut menyatakan tiga hal yaitu:

1. *Infant Mortality Stage*: pada tahap awal pengembangan produk, terdapat beberapa *part*, material, proses yang tidak terpantau oleh bagian *quality control*. Item yang tidak standard ini kemudian rusak lebih cepat dari pada total waktu hidup produk. Saat masalah ini muncul dan perlahan diperbaiki, tingkat kerusakan populasi akan menurun dan menstabilkan populasi.
2. *on Average Stage*: saat stabilisasi populasi selesai, laju kerusakan produk menjadi konstan. Namun, kita tidak dapat memprediksikan secara pasti kapan kerusakan terjadi karena terjadinya kerusakan tersebut secara random.
3. *Aging and Wearout Stage*: saat masa pemakaian produk meningkat, beberapa mekanisme kegagalan potensial dapat terjadi namun tidak secara random. Faktanya, kerusakan tersebut berdasarkan waktu atau siklus dan mengarah pada penuaan dan keausan. Dengan demikian, laju kerusakan akan mulai naik dan umur pakai produk mendekati akhir.

Waktu terjadinya kerusakan tiap peralatan merupakan variabel *random*. Sebelum menghitung nilai probabilitas keandalan suatu mesin atau peralatan maka perlu diketahui secara statistik distribusi kerusakan peralatan tersebut. Distribusi kerusakan berdasarkan interval waktu kerusakannya. Distribusi eksponensial digunakan untuk memodelkan laju kerusakan yang konstan untuk sistem yang beroperasi secara kontinue [16] .



Pola distribusi eksponensial secara luas digunakan dalam kehandalan dan perawatan. Hal ini dikarenakan distribusi ini mudah digunakan untuk berbagai tipe analisis dan memiliki laju kegagalan yang konstan selama masa pakai. Pola distribusi eksponensial secara luas digunakan dalam kehandalan dan perawatan. Hal ini dikarenakan distribusi ini mudah digunakan untuk berbagai tipe analisis dan memiliki laju kegagalan yang konstan selama masa pakai. Distribusi eksponensial akan tergantung pada nilai λ , yaitu laju kegagalan (konstan). Fungsi-fungsi dari distribusi eksponensial sebagai berikut [17]:

1. Fungsi Kepadatan Probabilitas

Pada fungsi ini menunjukkan bahwa kerusakan terjadi secara terus menerus (continue). Pengukuran kerusakan dilakukan dengan data variable seperti tinggi, jarak dan waktu.

$$f(t) = e^{-\lambda t} \quad (2.2)$$

2. Fungsi Distribusi Kumulatif

Fungsi ini menyatakan probabilitas kerusakan.

$$f(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (2.3)$$

3. Fungsi Keandalan

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (2.4)$$

Nilai $e = 2.718$

Keterangan:

$R(t)$: Fungsi Keandalan

e : Eksponensial

λ : laju kerusakan

t : Jarak waktu perbaikan alat menuju kerusakan kembali (jam)

e : 2,718 ...

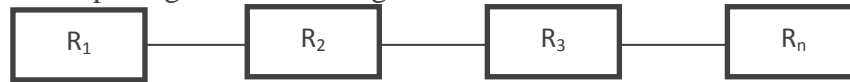
4. Fungsi laju Kerusakan

$$h(t) = \lambda \quad (2.5)$$

dimana $\lambda = \frac{\text{jumlah kegagalan}}{\text{total waktu oprasi}}$

Pemodelan keandalan sistem terbagi dalam dua jenis yaitu [15]:

1. Pemodelan sistem seri, yaitu dimana sistem dapat melaksanakan fungsinya atau beroperasi jika semua dalam sistem tersebut beroperasi, jika salah satu komponen mengalami kerusakan maka secara keseluruhan sistem mengalami kerusakan. Sistem seri dapat digambarkan sebagai berikut:

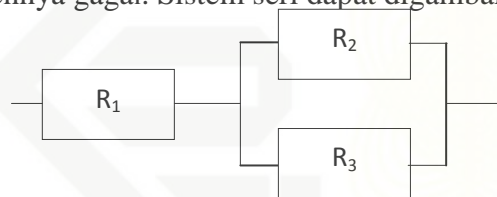


Gambar 2.2 Model Keandalan Sistem Seri [15]

Jika keandalan masing-masing komponen adalah $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$, maka keandalan sistem seri adalah

$$R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 \times \dots \times R_n \quad (2.6)$$

2. Pemodelan sistem paralel, yaitu dimana sistem dapat melaksanakan fungsinya jika minimal satu komponen atau penyusunannya beroperasi, sistem paralel gagal bila seluruh komponennya gagal. Sistem seri dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.3 Model Keandalan Parelel [15]

Jika keandalan masing-masing komponen adalah $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$, maka keandalan sistem paralel adalah

$$R_p = 1 - [(1 - R_1) \times (1 - R_2) \times (1 - R_3) \times \dots \times (1 - R_n)] \quad (2.7)$$

Ada beberapa istilah yang berhubungan dengan keandalan sistem, yaitu [14]:

1. Komponen, merupakan bagian dari suatu sistem.
2. *Failure* (kegagalan), merupakan suatu kerusakan perangkat atau sistem sehingga tidak berfungsi sebagaimana mestinya.
3. *Failure rate* (laju kerusakan), menunjukkan jumlah kegagalan atau kerusakan selama waktu pakai.
4. *Mean time between failure* (MTBF), adalah nilai rata-rata waktu diantara dua kejadian kegagalan untuk suatu komponen atau sistem, mempunyai satuan jam atau tahun.



5. *Mean time to failure* (MTTF), adalah nilai rata-rata waktu sistem untuk menuju kegagalan.
6. *Mean time to repair* (MTTR), adalah nilai rata-rata waktu untuk perbaikan suatu element dalam suatu sistem untuk kembali beroperasi.
7. Keandalan adalah peluang bahwa perangkat dapat berfungsi sebagaimana yang diharapkan setelah waktu yang ditentukan.
8. *Avilability* (ketersediaan), adalah kemampuan suatu sistem dapat beroperasi sebagai mana mestinya pada suatu saat atau waktu yang ditentukan.
9. *Unavailability* (ketidak tersediaan), adalah probabilitas sistem tidak dapat beroperasi. Mempunyai satuan menit per tahun.
10. *Down time system* (DTS), merupakan waktu rata-rata suatu sistem tidak melakukan fungsinya seperti yang diinginkan.

2.3 Ketersediaan (*Availability*)

Avilability adalah kempuan suatu sistem dapat beroperasi sebagaimana mestinya pada suatu saat atau waktu yang ditentukan. Analisa rekayasa ketersediaan merupakan suatu metodologi yang dapat membantu para peneliti dalam memperbaiki produktivitas dari sebuah *plant*.

Dalam menentukan ketersediaan didapatkan dari dua faktor yaitu, *mean time to repair* (MTTR) atau waktu rata-rata mengerjakan perbaikan dan *mean time between failure* (MTBF) atau rata-rata waktu beroperasinya komponen tanpa mengalami kerusakan. Berikut persamaan yang digunakan dalam menentukan *availability*:

laju kegagalan

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah kegagalan}}{\text{Total waktu operasi (jam)}} \quad (2.8)$$

MTBF (*mean time Between failure*)

$$MTBF = \frac{\text{Total waktu operasi}}{\text{Jumlah kegagalan}} \quad (2.9)$$

MTTR (*mean time to refair*)

$$MTTR = \frac{\text{Lama perbaikan}}{\text{Jumlah kerusakan}} \quad (3.0)$$



Ketersediaan

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (3.1)$$

Nilai dari *availability* adalah 0% sampai dengan 99,9%. semakin tinggi nilai *availability* suatu komponen maka semakin tinggi kualitas komponen atau sistem tersebut. Nilai standar *availability* untuk industri adalah 90% atau lebih [15].

2.4 Teori Perawatan

Perawatan adalah suatu konsepsi dari suatu aktifitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas peralatan agar tetap berfungsi dengan baik seperti dalam kondisi sebelumnya. Dari pengertian tersebut dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Fungsi perawatan sangat berhubungan erat dengan proses industri.
2. Peralatan yang dapat digunakan terus untuk berproduksi adalah hasil adanya perawatan.
3. Aktifitas perawatan harus dikontrol berdasarkan kepada kondisi yang terjaga.
4. Kegiatan perawatan dilakukan untuk perbaikan yang bersifat kualitas, meningkatkan suatu kondisi ke kondisi lain yang lebih baik.

Tujuan dilakukannya perawatan yaitu menjaga mesin agar beroperasi secara tepat, meminimalkan biaya yang diakibatkan dari mesin yang mengalami kerusakan parah, memperpanjang waktu pakai mesin, meminimumkan frekuensi terjadinya gangguan-gangguan selama proses operasi dan menjaga agar mesin aman.

Ada berbagai jenis keandalan yang banyak dilakukan secara praktis, yang secara umum dibagi menjadi dua yaitu, *planned maintenance* (perawatan terencana) dan *unplanned maintenance* (perawatan tidak terencana). Perawatan terencana adalah perawatan yang diorganisasikan dan dilakukan dengan perencanaan dan pengontrolan yang sudah ditentukan terlebih dahulu. Sedangkan perawatan tidak terencana adalah satu jenis perawatan yang dilakukan tanpa perencanaan terlebih dahulu. Bentuk-bentuk perawatan dibagi kedalam beberapa kelompok, antara lain [16]:

1. Perawatan preventif adalah perawatan yang dilakukan pada interval waktu yang sudah ditentukan – contoh dari strategi ini adalah *scheduled maintenance* – atau



berhubungan dengan kriteria yang sudah ditentukan – contoh dari strategi ini adalah *condition maintenance*.

2. Perawatan korektif adalah perawatan yang dilakukan setelah peralatan mengalami kegagalan dan perawatan ini dimaksudkan untuk mengembalikan sistem ke keadaan dimana sistem tersebut dapat melakukan fungsinya kembali.
3. Perawatan preventif dapat dibagi lagi menjadi *scheduled maintenance* (perawatan terjadwal) dan *condition based maintenance* (perawatan yang berbasis pada kondisi sistem).
4. *Condition based maintenance* (perawatan yang berbasis pada kondisi sistem) adalah perawatan terhadap suatu yang dilakukan sebagai hasil dari suatu kondisi yang sudah diketahui dari hasil pemantauan secara kontiniu atau secara periodik. *Condition monitoring* (pemantauan kondisi) adalah pengukuran secara periodik dan kontiniu dan menginterpretasikan data yang menunjukkan kondisi dari peralatan dan menentukan apakah peralatan tersebut perlu membutuhkan perawatan atau tidak[16].

2.5 Sterilizer

Sterilizer adalah bejana uap yang fungsinya merebus Tandan Buah Segar (TBS) dengan memakai media uap kering. Media tersebut berasal dari sisa pembuangan turbin uap yang bertekanan $\pm 2,5 - 3 \text{ kg/cm}^2$ dengan temperatur $\pm 145^\circ\text{C}$. Alat ini di sebut juga bejana rebusan/ketel rebusan dan biasanya alat ini di pakai sebagai media perebusan buah kelapa sawit.

Sterilizer pada pabrik sawit PKS Sei Intan menggunakan Sistem *Continue*. Sistem *continue* Merupakan proses yang umum dijumpai diindustri kimia modern saat ini. Proses ini dipilih karena lebih menghemat secara ekonomi dari segi proses hingga *utilitas*. Setiap bahan baku dialirkan untuk dimasukan ke dalam reaktor dan diproses menjadi produk jadi, Produk jadi langsung dialirkan kemudian bahan baku dimasukkan lagi tanpa ada proses pembongkaran bahan baku danpembersihan alat/reaktor. Proses ini berjalan secara terus menerus. Kecuali ketika masa alat/reaktor di bersihkan, atau kata lainnya dalam keadaan *maintenance*. Proses ini dinilai lebih efisien bagi industri yang menerapkan terget kapasitas produksi tinggi[1].



2.5.1 Jenis Sterilizer

Berdasarkan jenis nya sterilizer yang sering digunakan pada industri diklasifikasikan menjadi dua, yaitu:

1. *Sterilizer vertikal*

Sterilizer vertikal berbentuk silinder dengan muatan 2-6 ton TBS. Buah di isi melalui pintu atas dan di keluarkan melalui pintu pengeluaran sebelah sisi depan bawah. Pada bagian sterilizer dialasi dengan plat berlubang yang di pasang menurun kearah pintu sehingga memudahkan untuk mengeluarkan isinya.

2. *Sterilizer horizontal*

Sterilizer horizontal berbentuk silinder yang di pasang mendatar, di ukur sesuai panjangnya. Sterilizer horizontal ada yang berpintu satu dan ada yang berpintu dua. Sterilizer ini diisi dengan tandan buah segar (TBS) yang dimasukan kedalam lori. lori ini ada yang berkapasitas 1,5 ton dan 2,5 ton TBS. sterilizer horizontal dapat di muatin 8-10 lori dengan satu kali perebusan dengan kapasitas perlori 2,5 ton TBS[1].

2.5.2 Bagian-bagian pada Sterilizer

1. Inlet Valve



Gambar 2.4 Inlet Valve[1]

Steam inlet mempunyai fungsi untuk menyuplai tekanan uap dari tabung BPV (Back Pressure Vessel). Untuk memasukkan uap dibantu kompresor untuk membuka tutup valve (katup) jika program PLC tidak berjalan dengan lancar[1].

2. Condensat Valve



Gambar 2.5 Condensat Valve [1]

Condensat Valve berfungsi sebagai tempat pengeluaran air kondensat hasil dari proses perebusan dikarenakan pada saat perebusan memakai sistem tiga puncak, sehingga menghasilkan air dari buah sawit tersebut, lalu air dari kondensasi tersebut disalurkan ke tempat filtrasi untuk dipisahkan kandungan minyak yang masih ada pada air tersebut[1].

3. Exhaust Valve



Gambar 2.6 Exhaust Valve[1]

Exhaust Valve berfungsi sebagai pembuangan steam hasil perebusan yang di lewatkan melalui blowdown silencer[1].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

4. Panel Kontrol Utama

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.7 panel kontrol sterilizer[1]

Sistem yang di pakai dalam perebusan ini masih menggunakan PLC dan beberapa relay tambahan[1].

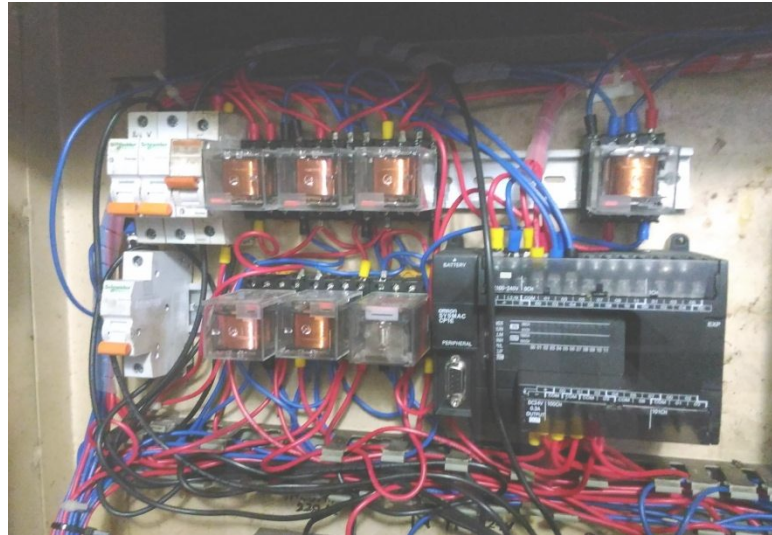
5. Rotorthem



Gambar 2.8 Rotorthem[1]

Rotorthem berfungsi sebagai alat ukur grafik untuk waktu perebusan, kenaikan suhu dan tekanan steam[1].

6. PLC (Programmable Logic Control)



Gambar 2.9 PLC[1]

PLC digunakan sebagai otomasi sistem pada sterilizer, untuk mengatur memasukkan steam uap dari tabung penyimpanan sementara BPV (*Back Pressure Vessel*), serta kontrol valve steam, dan pengaturan lama waktu pada rebusan[1].

7. Air Compressor



Gambar 2.10 Air Compressor[1]

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Air Compressor dibantu dengan motor listrik AC, digunakan sebagai untuk membuka otomatis Valve Steam uap dari tabung BPV untuk disalurkan kedalam sterilizer. Ini masih bisa digunakan jika PLC tidak aktif[1].

2.6 Reliability Centered Maintenance (RCM)

Reliability Centered Maintenance adalah sebuah metode proses pemeliharaan yang digunakan untuk menentukan langkah-langkah kebutuhan perawatan terhadap aset yang bersifat fisik dalam konteks operasinya yang akan menjamin sebuah perancangan sistem keandalan. Metode RCM meliputi pembuatan kegagalan fungsi yang kemudian akan dicari mode kerusakannya yang dominan dari kegagalannya sehingga nantinya akan membawa keputusan *maintenance* yang berfokus pada pencegahan terjadinya kegagalan. Dengan adanya mode kerusakan, penyebab kerusakan akan ditentukan sehingga dapat dianalisa pengaruh kerusakan terhadap unjuk kerja peralatan. Adapun langkah-langkah penerapan *Reliability Centered Maintenance* adalah sebagai berikut[18]:

1. Menentukan penyebab terjadinya kegagalan yang bertujuan untuk memperoleh probabilitas kegagalan dan menentukan komponen kritis yang rawan terhadap kegagalan dengan menggunakan *fault tree analysis*.
2. Mengembangkan kegiatan analisis dengan *Failure Mode Effect Analysis*.
3. Mengklasifikasikan tingkat konsekuensi kegagalan.
4. Mengambil keputusan RCM dengan mengklasifikasikan kebutuhan tingkatan *maintenance*.
5. Mengimplementasikan keputusan pemeliharaan berdasarkan RCM
6. Melakukan evaluasi dari hasil usulan pemeliharaan.

Metodologi RCM secara mendasar menyadari bahwa semua peralatan pada sebuah fasilitas tidak memiliki tingkat prioritas yang sama. RCM menyadari bahwa disain dan operasi dari peralatan berbeda-beda sehingga memiliki peluang kegagalan yang berbeda-beda juga. Pendekatan RCM terhadap program *maintenance* memandang bahwa suatu fasilitas tidak memiliki keterbatasan finansial dan sumber daya, sehingga perlu diprioritaskan dan dioptimalkan. RCM mengklasifikasikan konsekuensi kegagalan menjadi empat kelompok, yaitu[18]:

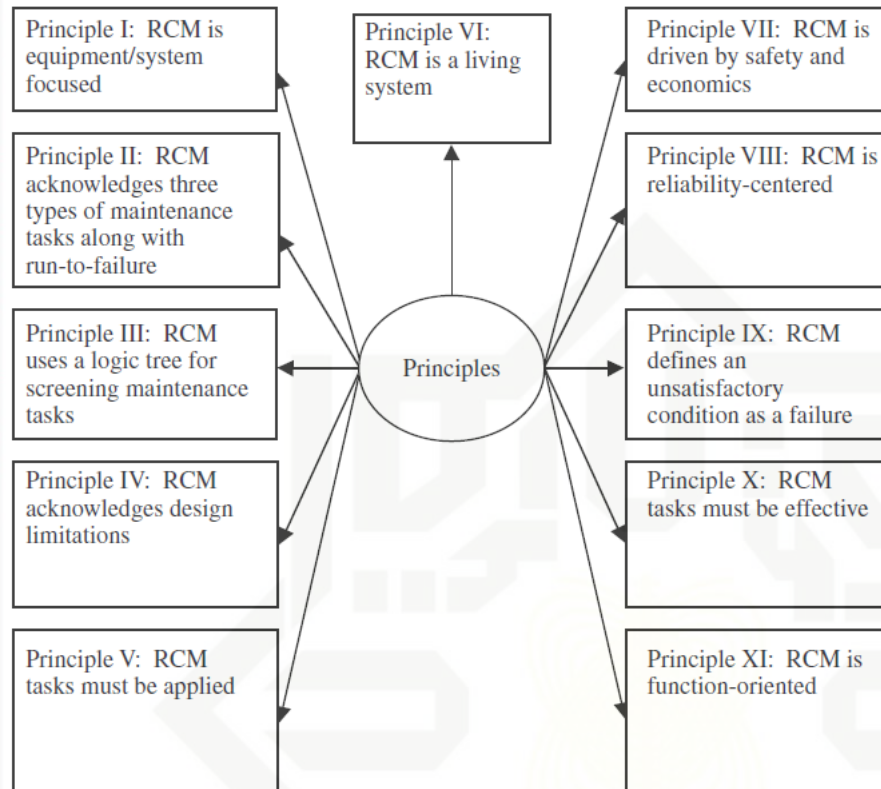


1. Konsekuensi kegagalan tersembunyi termasuk dalam konsekuensi yang mempunyai dampak kegagalan yang berlipat dan lebih serius seperti pada komponen yang tidak aman karena tersembunyi atau tidak diketahui oleh operator.
2. Konsekuensi keselamatan pada konsekuensi ini dapat menimbulkan bahaya terluka atau bahkan terbunuhnya seseorang.
3. Konsekuensi operasi yang terjadi mengakibatkan konsekuensi operasi yaitu produk keluaran, biaya operasi dan biaya perbaikan serta dapat mematikan sistem atau berhentinya proses produksi.
4. Konsekuensi non operasi merupakan kegagalan yang terjadi tidak berdampak pada keamanan ataupun produksi, namun berdampak pada biaya langsung dan dampaknya tergolong kecil.

Secara ringkas, RCM adalah sebuah pendekatan sistematis untuk mengevaluasi sebuah fasilitas dan sumber daya untuk menghasilkan *reliability* yang tinggi dan biaya yang efektif. RCM sangat bergantung pada *predictive maintenance* tetapi juga menyadari bahwa kegiatan *maintenance* pada peralatan yang tidak terbiaya mahal dan tidak penting terhadap *reliability* peralatan lebih baik dilakukan pendekatan *reactive maintenance*. Dalam melaksanakan *maintenance* yang menggunakan metode RCM memiliki kerugian yaitu dapat menimbulkan biaya awal yang tinggi untuk *training*, peralatan dan sebagainya[19]

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Dapat dilihat dari diagram berikut yang menggambarkan prinsip-prinsip RCM yaitu:



Gambar 2.11 Prinsip-prinsip Dasar RCM [2o]

2.7 Tujuan dari Reliability Centered Maintenance

Adapun tujuan dalam menggunakan metodologi RCM yaitu[2o]:

1. Untuk membangun suatu prioritas disain untuk memfasilitasi kegiatan perawatan yang efektif.
2. Untuk merencanakan *preventive maintenance* yang aman dan handal pada level-level tertentu dari sistem.
3. Untuk mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan perbaikan item dengan berdasarkan bukti kehandalan yang tidak memuaskan.
4. Untuk mencapai ketiga tujuan diatas dengan biaya yang minimum.



2.7.1 Keuntungan dari Reliability Centered Maintenance

Dalam menggunakan metode RCM ini ada beberapa keuntungan yaitu[20]:

Dapat menjadi program perawatan yang paling efisien.

Biaya yang lebih rendah dengan mengeliminasi kegiatan perawatan yang tidak diperlukan.

Minimisasi frekuensi *overhaul*.

Minimisasi peluang kegagalan peralatan secara mendadak.

Dapat memfokuskan kegiatan perawatan pada komponen-komponen kritis.

Meningkatkan *reliability* komponen.

Menggabungkan *root cause analysis*.

2.7.2 Akibat Kerusakan Menurut Reliability Centered Maintenance

Akibat kerusakan menurut RCM dapat dikelompokkan menjadi empat bagian yaitu[20]:

Akibat terhadap kerusakan tersembunyi.

Jenis kerusakan ini tidak berakibat langsung pada unjuk kerja peralatan akan tetapi bila diabaikan dapat menimbulkan kerusakan bagian lainnya secara serius bahkan menimbulkan bencana besar.

Akibat terhadap keselamatan operator dan lingkungan kerja.

Jenis kerusakan ini dapat membahayakan nyawa operator dan atau menimbulkan pencemaran lingkungan.

Akibat terhadap proses produksi.

Jenis kerusakan ini berakibat pada operasional proses produksi sehingga mengakibatkan kerusakan produk, penurunan kualitas produk, kenaikan biaya operasional, kerugian jam kerja, dan berkurangnya kapasitas produksi.

Akibat terhadap non produksi

Jenis kerusakan ini berakibat pada non produksi yang berkaitan dengan biaya perbaikan.



2.7.3 Karakteristik Reliability Centered Maintenance

Karakteristik *Reliability Centered Maintenance* ada empat yaitu[18]:

1. Tujuan utama dari RCM adalah untuk menjaga fungsi sistem peralatan, bukan hanya menjaga peralatan agar tetap bekerja. Mengetahui fungsi sistem berarti mengetahui keluaran yang menjadi tujuan sistem dan dengan demikian dapat direncanakan tindakan perawatan untuk menjaga keluaran sistem sesuai dengan unjuk kerja yang dimiliki peralatan.
2. Mengidentifikasi mode kerusakan spesifik dalam bagian-bagian peralatan yang potensial menghasilkan kerusakan fungsi sistem.
3. Membuat prioritas perawatan dari mode kerusakan yang terjadi. Prioritas ini berdasarkan mode kerusakan yang memberikan kontribusi terbesar dalam sistem akan mendapat prioritas tertinggi. Sistematis prioritas berdasarkan *logic Tree Analysis*.
4. Tindakan yang telah diberi prioritas diberi tindakan pencegahan yang dapat diterapkan.

2.7.4 Sistematis Penyusunan Reliability Centered Maintenance

Dalam pelaksanaan RCM yang paling penting adalah mengumpulkan informasi dan data untuk mengetahui dengan baik sistem yang akan dianalisa. Kegiatan ini dilakukan untuk mempermudah proses analisis sistem. Penerapan tahap-tahap metode RCM terdiri dari tujuh tahap yang sistematis yaitu[20]:

1. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Ketika keputusan untuk menggunakan RCM, maka ada dua pertanyaan yang timbul yaitu[20]:

Pada tingkatan *assembly* seberapa proses analisa harus dilakukan yaitu:

Tingkatan *assembly* dapat dibagi menjadi empat bagian:

- a. Bagian adalah tingkatan terendah yang tidak dapat diuraikan lagi tanpa merusak peralatan.
- b. Komponen adalah sekelompok atau kumpulan dari bagian yang dapat diberikan satu identitas sendiri dan akan membentuk paling sedikit satu fungsi dan dapat berdiri sendiri.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- c. Sistem adalah sekumpulan dari komponen yang membentuk serial fungsi kunci yang dipakai fasilitas.
- d. Fasilitas adalah sekelompok dari sistem yang bekerja bersama untuk menghasilkan keluaran atau produk dengan melakukan proses dari berbagai masukan.

Apakah seluruh fasilitas atau pabrik akan dilakukan proses analisa dan bila tidak, fasilitas atau peralatan yang mana yang perlu dianalisa ada tiga yaitu :

- a. Setelah diketahui uraian dari fasilitas sampai tingkat bagian, maka perlu dilakukan pemilihan sistem yang akan dianalisa karena proses analisa seluruh sistem secara berasamaan sangat sulit dilakukan.
- b. Pengumpulan informasi dan data yang umumnya dibutuhkan dalam melakukan proses analisa RCM adalah diagram instrumentasi, skema sistem dan blok diagram yang menunjukkan bagaimana sistem bekerja, buku manual tiap alat, data historis kerusakan dan lain-lain.
- c. Informasi yang tidak tersedia dapat dilakukan pengumpulan data dengan melakukan pencatatan langsung di lapangan atau mewawancarai personel atau operator dan jugabagian lainnya yang bertanggung jawab pada fasilitas.

2. Pendefenisian Batas Sistem

Jumlah sistem dalam suatu fasilitas sangat banyak karena itu perlu dilakukan definisi batas sistem. Pendefenisian bertujuan untuk menghindari tumpang tindih antara satu sistem lainnya. Dalam melakukan pendefenisian batas sistem harus[20]:

Memiliki pengetahuan apa yang harus dimasukkan dalam sistem dan mana yang tidak, sehingga fungsi penting yang potensial tidak terabaikan.

Mengetahui batas sistem dan temukan faktor atau parameter yang masuk kedalam sistem serta faktor keluaran sistem.

Hal-hal yang didokumentasikan dalam proses pendefenisian batas sistem yaitu berupa:

1. Batas sistem dengan pembuatan skema blok sistem.
2. Gambaran umum batas sistem yang meliputi pendefinisian elemen-elemen setiap sistem dan batas fisik primer sistem.
3. Gambaran detail batas sistem yang melibatkan masukan dan keluaran setiap sistem.



3. Pendeskripsian Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Harus diingat prinsip RCM adalah menjaga fungsi sistem. oleh karena itu perlu untuk berpikiran bahwa[20]:

1. Pada tahap proses analisa, fokus pada kegagalan fungsi bukan kegagalan peralatan.
2. Kerusakan fungsi biasanya dinyatakan dalam sebuah pernyataan kegagalan fungsi. Pembuatan daftar fungsi sistem yang lengkap akan membantu dalam menentukan tindakan perawatan dalam menjaga fungsi sistem tetap bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

4. Penyusunan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan berbagai jenis-jenis kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen serta menganalisa pengaruh-pengaruh yang terjadi terhadap keandalan. Bagian utama dalam menganalisa menggunakan FMEA ini adalah *Risk Priority Number* (RPN). RPN merupakan produk matematis dari keseriusan *effect severity*, kemungkinan terjadinya *cause* akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effect (occurrence)*, dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi (*detection*). RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut[21]:

$$RPN = Severity * Occurrence * Detection \quad (2.7)$$

Keterangan:

Severity : S

Occurrence : O

Detection : D

Adapun langkah-langkah untuk mendapatkan penetapan nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* sesuai dengan kejadian yang terjadi dilapangan yaitu:

Nilai *Severity*

Severity adalah langkah pertama untuk menganalisis resiko, yaitu dengan menghitung seberapa besar dampak kejadian kegagalan dalam mempengaruhi *output* proses. Dampak tersebut memiliki *range* nilai mulai dari skala 1 sampai 10, dimana nilai 10 merupakan nilai yang terburuk. Tabel *severity* ini merupakan

mengutip dari panduan standar *Automotive Industry Action Group* (AIAG) yang menggambarkan industri otomotif, sedangkan objek penelitian yang digunakan oleh penulis adalah *sterilizer*. Sehingga dilakukan modifikasi dari tabel *severity* AIAG untuk menggambarkan kejadian yang berkaitan dengan boiler.

Berikut tabel dari kriteria dan nilai rating dari *severity*:

Efek	Kriteria Severity	Peringkat
Berbahaya tanpa adanya peringatan	Kegagalan yang menghasilkan efek yang sangat berbahaya.	10
	Dapat menggagalkan sistem.	
	Kegagalan terjadi tanpa adanya peringatan terlebih dahulu.	
	Tidak ada tanda-tanda kerusakan sebelumnya.	
Berbahaya dengan peringatan	Dapat membahayakan operator <i>sterilizer</i> .	9
	Kegagalan yang menghasilkan efek yang sangat berbahaya.	
	Dapat menggagalkan sistem.	
	Dapat membahayakan operator <i>sterilizer</i> .	
Sangat Tinggi	Adanya tanda-tanda kerusakan sebelumnya.	8
	<i>Sterilizer</i> tidak dapat dioperasikan karena ada gangguan besar pada komponen dari <i>sterilizer</i> .	
Tinggi	100% komponen harus dibongkar.	7
	<i>Sterilizer</i> tidak dapat diperasikan karena kmponen <i>sterilizer</i> kehilangan fungsi utamanya.	
Sedang	<i>Sterilizer</i> dapat beroperasi, tetapi dapat merusak komponen <i>sterilizer</i> .	6



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau		Mengalami pemborosan bahan baku untuk proses berikutnya, karena tidak ada <i>output</i> yang dihasilkan.	
		Ada komponen yang tidak berfungsi.	
Rendah		<i>Sterilizer</i> dapat beroperasi dengan aman tetapi mengalami penurunan performansi secara bertahap akibat ada gangguan pada komponen.	5
		Mengalami pemborosan bahan baku untuk proses berikutnya.	
Sangat rendah		Gangguan minor pada lini produksi dengan efek yang sangat rendah.	4
		<i>Sterilizer</i> dapat beroperasi dengan normal, namun settingan mengalami perubahan.	
		Hasil produksi akhir <i>steam</i> tidak sesuai.	
Kecil		<i>Sterilizer</i> dapat beroperasi dengan normal, namun ada gangguan kecil, operator menyadari adanya gangguan.	3
		Sedikit berpengaruh pada kinerja <i>Sterilizer</i> .	

Tabel 2.1 severity dalam FMEA[23]

Efek	Kriteria severity	Peringkat
Sangat kecil	Mesin dapat beroperasi dengan normal, efek dari gangguan tidak mengganggu jalannya operasi <i>Sterilizer</i> .	2
Tidak ada efek	Tidak ada efek sama sekali atau bentuk kegagalan tidak memiliki pengaruh pada mesin maupun proses produksi <i>sterilizer</i> .	1



Catatan: tingkatan *severity* diadopsi dari standar *reference manual potential failure mode and effect analysis* dari AIAG, dilakukan modifikasi kriteria untuk menyesuaikan objek dari kejadian dilapangan.

Tabel 2.1 severity dalam FMEA (lanjutan)

Nilai Occurrence

occurrence merupakan kemungkinan bahwa penyebab kegagalan akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa sistem berjalan. Proses penentuan untuk nilai *Occurrence* menggunakan tabel dibawah ini.

Probability of failure	Occurance	Frekuensi kejadian (tiga tahun)	Peringkat
Sangat tinggi	1 per 10 hari	>109	10
	1 per 20 hari	>55 sampai 108	9
Tinggi	1 per 30 hari	36 sampai 54	8
	1 per 50 hari	21 sampai 35	7
Sedang	1 per 60 hari	11 sampai 20	6
	1 per 100 hari	6 sampai 10	5
Rendah	1 per 1 tahun	3 sampai 5	4
	1 per 2 tahun	2	3
Terkontrol	1 per 3 tahun	1	2
	Tidak pernah sama sekali	<1	1

Catatan: Tingkat *occurance* diadopsi dari standar *reference manual potential failure mode and effect analysis* dari AIAG, dilakukan modifikasi kriterian untuk menyesuaikan objek dan kejadian dilapangan.

tabel 2.2 Occurance dalam FMEA[23]

Nilai *Detection*

Detection adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Proses penentuan untuk nilai *detection* menggunakan tabel dibawah ini.

Deteksi	Kriteria <i>Detection</i>	Peringkat
Tidak Terdeteksi	Tidak bisa terdeteksi dan menimbulkan kerusakan yang parah.	10
Sedikit	Terdeteksi sedikit karena kontrol sulit mendeteksi gangguan.	9
Sangat Kecil	Terdeteksi kecil komponen <i>sterilizer</i> tidak dapat beroperasi.	8
Kecil	Terdeteksi kecil, komponen <i>sterilizer</i> berhenti beroperasi.	7
Rendah	Terdeteksi rendah karena ada komponen <i>sterilizer</i> yang tidak berfungsi atau rusak dilakukan pergantian alat.	6
Sedang	Terdeteksi sedang karena ada komponen <i>sterilizer</i> yang mengalami gangguan, dilakukan tindakan perbaikan.	5
Cukup Tinggi	Terdeteksi cukup tinggi, komponen-komponen <i>sterilizer</i> mengalami perubahan setingan dan dilakukan tindakan pengecekan dan kalibrasi alat.	4
Tinggi	Terdeteksi tinggi, karena adanya peringatan <i>alarm</i> kerusakan yang dipasang pada komponen <i>sterilizer</i> .	3
Sangat Tinggi	Deteksi sangat tinggi, terdeteksi alat	2

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang		kontrol, dan Perawatan rutin dilakukan.	
	Pasti	Pasti terdeteksi kerusakan.	1
	Catatan: Tingkat <i>detection</i> diadopsi dari standar <i>reference manual potential failure mode and effect analysis</i> dari AIAG, dilakukan modifikasi kriteria untuk menyesuaikan objek dan kejadian di lapangan.		

Tabel 2.3 Detection dalam FMEA[23]

Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

Setelah mendapatkan nilai *Saverity*, *Occurrence*, dan *detection* komponen mesin *sterilizer* maka akan diperoleh nilai RPN. Setelah memasukkan nilai tersebut ke rumus RPN sebelumnya yaitu: $RPN = S \times O \times D$.

Nilai dari RPN tersebut digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang serius, sebagai acuan ke arah tindakan perawatan pada sistem yang mengalami kegagalan.

Komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi harus mendapatkan penanganan yang pertama, selain itu perhatian harus diberikan kepada sistem yang memiliki nilai *severity* tertinggi 9 atau 10 tanpa melihat nilai RPNnya.

Semakin kecil nilai RPN maka semakin baik tingkat keandalan sistem tersebut. Pada metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sebuah sistem dikatakan handal apabila nilai RPN nya kecil dari 200, namun apabila nilai RPN lebih dari 200 maka perlu adanya penanggulangan terhadap sistem tersebut[21].

Tahap ini merupakan tahap analisa penyebab terjadinya kegagalan fungsi pada bagian mesin yang diteliti. Kegagalan fungsi pada bagian mesin yang diteliti akan ditampilkan dalam bentuk matriks. Pembuatan matrik ini menggambarkan hubungan antara kegagalan fungsi (baris) dengan bagian-bagian mesin yang diteliti (kolom) yang akan menjadi dasar pembuatan tabel FMEA. Melalui pembuatan tabel FMEA dapat diketahui mode kerusakan dan penyebab kerusakan bagian-bagian mesin yang diteliti.



Dalam proses analisa FMEA sumber informasi yang dapat digunakan antara lain sebagai berikut:

1. Data historis peralatan, yang sebelumnya sudah di dokumentasikan dalam tahap 3 RCM. Melalui data historis dapat memberikan informasi mode kerusakan yang sebenarnya terjadi pada komponen. Namun analisis mode kerusakan tidak terbatas hanya mode kerusakan yang pernah terjadi, namun semua mode kerusakan yang mungkin.
2. Pengalaman teknisi, engineer dan ahli perawatan yang menangani mesin-mesin yang diteliti.
3. *Original Equipment Manufacture* (OEM) yang merupakan dokumen mengenai perancangan, operasi, dan perawatan peralatan yang bersangkutan.

Tahap akhir dari proses FMEA adalah menentukan akibat dari mode kerusakan terhadap tiga tingkatan yaitu akibat kerusakan untuk lokal, akibat kerusakan untuk sistem, dan akibat kerusakan untuk fasilitas. Redudansi berfungsi untuk mencegah terjadinya kegagalan fungsi, oleh karena itu apabila redudansi dapat menghapus mode kerusakan, prioritas analisis untuk mode kerusakan tersebut akan dikeluarkan dari analisis dan dicatat pada daftar *run to failure* (RTF)[21].

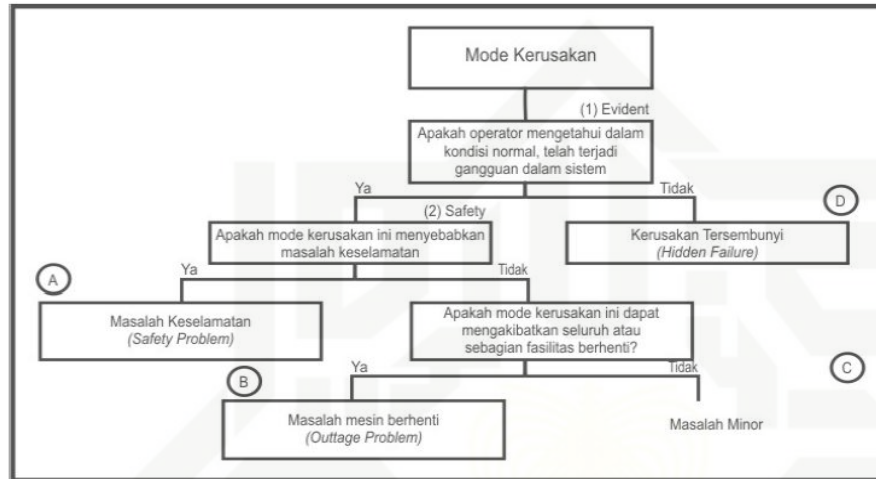
5. Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA)

LTA adalah proses pengidentifikasian tugas-tugas perawatan yang *applicable* dan *effective* dilakukan dengan memanfaatkan *Decision Logic Tree* yang terdiri dari sekelompok urutan pertanyaan yang memiliki jawaban ya atau tidak yang bertujuan untuk mengklasifikasikan sesuatu. Sesuatu ini bisa berupa fakta atau kejadian, jawaban dari pertanyaan-pertanyaan ini akan memberikan gambaran nyata tentang kekritisannya dari suatu kegagalan, yang mungkin berbeda dengan masing-masing metode kegagalan dan apakah ada tugas-tugas perawatan yang *aplicable* dan *effective*[22].

Penyusunan LTA merupakan proses yang kualitatif. Tujuan tahap ini adalah memberikan prioritas pada tiap mode kerusakan dan melakukan tinjauan dari fungsi, kegagalan fungsi sehingga status mode kerusakan tidak sama. Proses RCM menggunakan tiga pertanyaan logika yang sederhana atau struktur keputusan untuk mempermudah analisis secara akurat menempatkan setiap mode kerusakan ke dalam satu dari empat kategori setiap pertanyaan akan dijawab dengan “ya” atau “tidak”. Tiga pertanyaan yang akan diajukan adalah:

1. Apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan dalam sistem?
2. Apakah mode kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan?
3. Apakah mode kerusakan ini menyebabkan seluruh atau sebagian mesin berhenti (*outage*)?

Berikut ini merupakan gambar struktur *logic tree analysis*:



Gambar 2.12 Struktur *Logic Tree Analysis*[20]

Pada bagian struktur LTA, prioritas yang dihasilkan dikelompokkan menjadi empat kategori yaitu :

1. Kategori A masalah keselamatan yang merupakan prioritas tertinggi.
2. Kategori B masalah mesin berhenti yang merupakan prioritas kedua.
3. Kategori C masalah minor yang diklasifikasikan menjadi RTF.
4. Kategori D masalah kerusakan tersembunyi akan ditinjau kembali dan kemudian digolongkan dalam D/A atau D/B atau D/C.

6. Pemilihan Tindakan

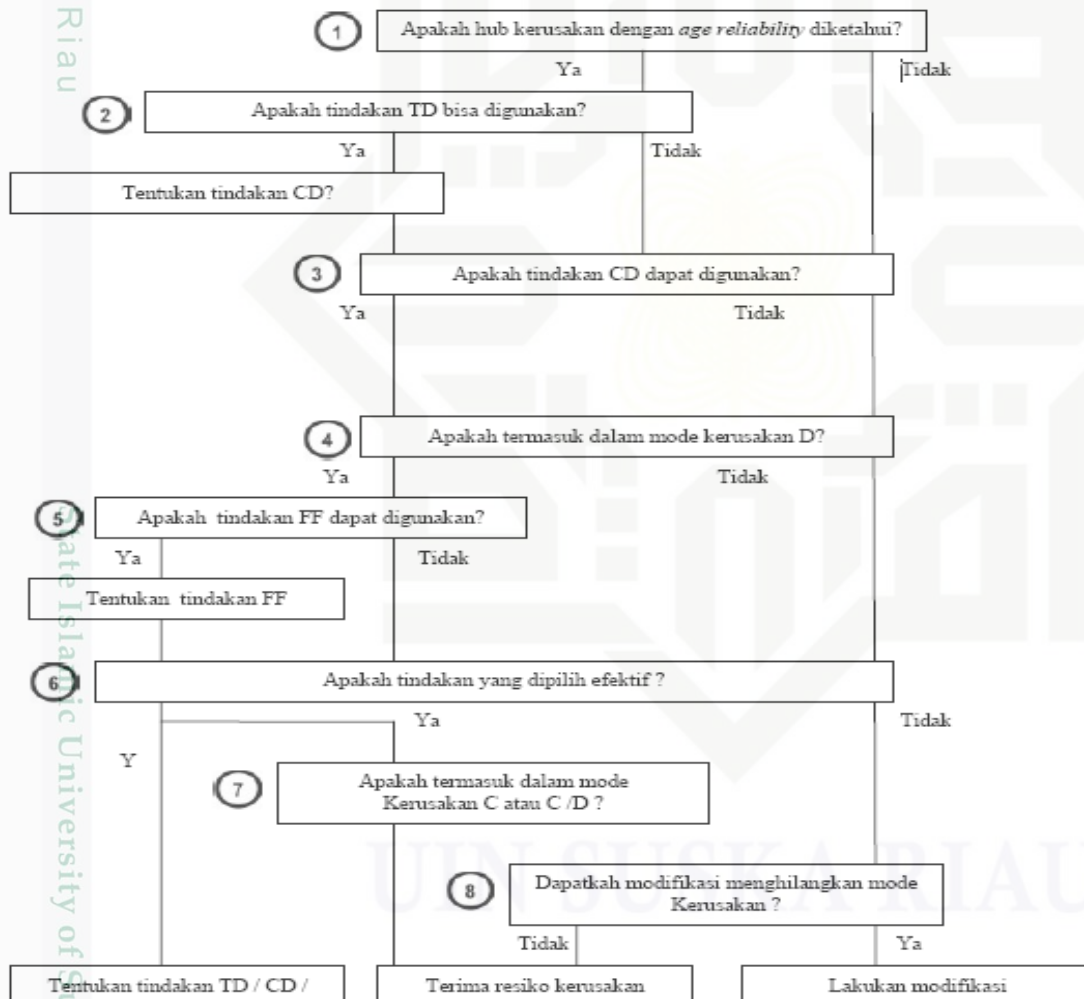
Pemilihan tindakan merupakan tahap terakhir dari proses analisa RCM. Dari tiap mode kerusakan dibuat daftar tindakan yang mungkin untuk dilakukan dan selanjutnya memilih tindakan yang paling efektif. Proses analisa ini akan menentukan tindakan PM yang tepat untuk mode kerusakan tertentu. Jika tidak ada tindakan yang bisa dilakukan, maka hanya bisa dimasukkan dalam RTF, selain itu bila biaya untuk melakukan tindakan



melebihi biaya yang diakibatkan mode kerusakan maka mode kerusakan ini masuk dalam RTF.

Pengembangan daftar tindakan PM adalah suatu langkah yang penting dan sering kali memerlukan bantuan dari beberapa sumber. Keterlibatan personel perawatan di pabrik juga diperlukan untuk menyumbangkan manfaat tentang pengalaman mereka mengenai tindakan PM yang diambil dalam proses RCM. Sumber-sumber ini didapatkan dari keterlibatan personel penerapan RCM akan dapat lebih mudah dijalankan[20].

Berikut ini merupakan gambar struktur yang digunakan dalam proses analisa untuk membantu analis menyeleksi tindakan PM yaitu:



Gambar 2.13 Cara Seleksi Tindakan PM [20]



Dari gambar 2.13 dapat diambil kesimpulan bahwa pemilihan tindakan bisa dilakukan dengan hanya menentukan *Condition Directed* (CD) atau bahkan melakukan modifikasi.

Dalam pelaksanaannya pemilihan tindakan dapat dilakukan dengan cepat yaitu:

1. Time Directed (TD)

Yaitu suatu tindakan yang bertujuan melakukan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan peralatan yang didasarkan pada waktu atau umur komponen.

2. Condition Directed (CD)

Yaitu suatu tindakan yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara memeriksa alat. Apabila dalam pemeriksaan ditemukan gejala-gejala kerusakan peralatan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen.

3. Failure Finding (FF)

Yaitu suatu tindakan yang bertujuan untuk menemukan kerusakan peralatan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.

4. Run to Failure (RTF)

Yaitu suatu tindakan yang menggunakan peralatan sampai rusak, karena tidak ada tindakan yang ekonomis dapat dilakukan untuk pencegahan kerusakan.

Beberapa petunjuk yang dapat diberikan berdasarkan gambar diatas (cara seleksi tindakan PM) yaitu:

1. Pemilihan jenis TD (Time Directed) akan sangat bahaya dilakukan bila fungsi densitas kerusakan tidak diketahui secara pasti.
2. Pemilihan jenis TD (Time Directed) tidak bisa dipakai bila fungsi densitas kerusakan diketahui namun pada kenyataanya kerusakan terjadi secara acak.
3. Peninjauan kembali kemungkinan penggunaan CD (Condition Directed) perlu diketahui, walaupun TD (Time Directed) telah ditentukan.
4. Mode kerusakan yang merupakan kerusakan tersembunyi dapat ditentukan dengan melihat kembali informasi yang terdapat pada LTA.
5. Penggunaan jenis FF (Failure Finding) dapat dilakukan dengan melakukan penentuan frekuensi yang diperlukan untuk memperbaiki kerusakan.
6. Penelusuran biaya relatif terhadap setiap tindakan yang mungkin dilakukan.



7. Semua kotak C (masalah minor) dan D/C (masalah minor dengan kerusakan tersembunyi) mode kerusakan perlu dipertimbangkan sebelum dimasukkan ke dalam RTF.

8. Modifikasi perlu dipertimbangkan[20].

2.8 Diagram Pareto

Diagram pareto dikembangkan oleh seorang ahli ekonomi Italia yang bernama Vilfredo Frederigo Pareto pada akhir abad ke-19, merupakan pendekatan *logic* dari tahap awal pada proses perbaikan suatu situasi yang digambarkan dalam bentuk histogram yang dikenal sebagai konsep *vital few and the trivial many* untuk mendapatkan penyebab utamanya[23]. Diagram pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kegagalan yang terjadi. Masalah yang paling banyak terjadi ditunjukkan oleh grafik batang pertama yang paling tinggi serta ditepatkan pada sisi paling kiri, dan seterusnya sampai masalah yang paling sedikit ditunjukkan oleh grafik batang yang terakhir yang terendah pada sisi paling kanan. Dengan bantuan diagram pareto, kegiatan akan lebih efektif dengan memusatkan perhatian pada sebab-sebab yang mempunyai dampak yang paling besar terhadap kejadian meninjau berbagai gambar.

Prinsip pareto juga dikenal sebagai aturan 80-20, yang menyatakan bahwa untuk banyak kejadian, sekitar 80% dari pada efeknya disebabkan oleh 20% dari penyebabnya. Prinsip ini diajukan oleh pemikir manajemen bisnis M. Juran, yang menamakannya berdasarkan ekonom Italia Vilfredo Pareto, yang pada tahun 1906 mengamati bahwa 80% dari pendapatan di Italia dimiliki oleh 20 % dari jumlah populasi.

Dalam implementasinya, prinsip 80 per 20% ini dapat diterapkan untuk berbagai hal, yaitu[23]:

1. 80% dari keluhan pelanggan muncul dari 20% produk atau jasa
2. 80% dari keterlambatan jadwal timbul dari 20% dari kemungkinan penyebab penundaan.
3. 20% produk atau jasa mencapai 80% dari keuntungan
4. 20% dari tenaga penjualan memproduksi 80% dari pendapatan perusahaan
5. 20% dari cacat sistem menyebabkan 20% masalah.



Pada suatu diagram pareto akan dapat diketahui, suatu faktor merupakan faktor yang paling prioritas dibandingkan faktor-faktor lainnya, karena faktor tersebut berada pada urutan terdepan, terbanyak atau pun tertinggi pada deretan jumlah faktor yang di analisa. Diagram pareto juga bisa digunakan untuk dapat menentukan pangkal persoalan berdasarkan analisa dengan mempertimbangkan beberapa sudut pandang.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

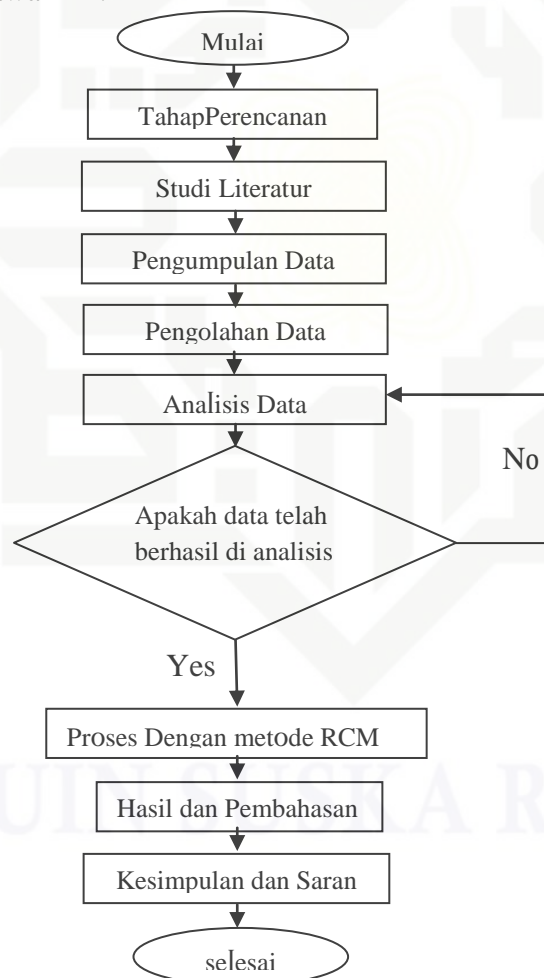
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Metodologi penelitian ini merupakan prosedur tahapan yang dilakukan penulis dalam menyelesaikan permasalahan dan pencapaian target penelitian mengenai analisis keandalan sistem instrumentasi *sterilizer* dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) pada PKS Sei Intan. Untuk mendapatkan hasil analisis dari *sterilizer* tersebut, ada beberapa tahapan yang penulis lakukan. Tahapan penelitian tersebut digambarkan pada *flowchart* dibawah ini:



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian



3.2 Uraian *Flowchart* Penelitian

3.2.1 Tahap Perencanaan

Tahap perencanaan merupakan sebuah tahapan paling awal dalam sebuah penelitian, dimana semua hal yang akan dilakukan pada penelitian dapat berjalan sesuai dengan ketentuan yang berlaku dalam pedoman standar yang digunakan. Adapun perencanaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pendahuluan

Pada tahapan ini bertujuan untuk menentukan latar belakang yang terkait dengan penelitian, menentukan masalah tentang apa yang akan dijadikan sebagai bahan penelitian, menentukan tujuan apa yang ingin dicapai dalam penelitian berdasarkan rumusan masalah, menentukan batasan-batasan masalah agar tidak meluas dari tujuan semula dan menjelaskan manfaat penelitian.

2. Identifikasi Masalah

Untuk menentukan apa permasalahan yang terjadi pada *sterilizer* di PT Perkebunan Nusantara V PKS Sei Intan, sehingga dapat menganalisa keandalan *sterilizer* dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

3. Perumusan Masalah

Menganalisis kegagalan sistem instrumentasi *sterilizer* di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Intan serta melihat permasalahan yang mengakibatkan kegagalan terhadap komponen yang ada disistem instrumentasi *sterilizer*.

4. Tujuan Penelitian

Penentuan tujuan penelitian berguna untuk lebih memperjelas secara penelitian yang dilakukan. Adapun tujuan penelitian ini adalah menganalisa kegagalan sistem instrumentasi *sterilizer* dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) untuk dijadikan sebagai referensi perawatan berdasarkan penyebab-penyebab kegagalan yang terjadi.

5. Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu hanya terhadap komponen yang termasuk kedalam sistem instrumentasi sterilizer.



3.2.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memberikan landasan teori dalam melakukan penelitian. Teori-teori pendukung dalam penelitian ini berupa teori tentang *sterilizer*, teori dari keandalan, metode FMEA dan RCM untuk memperkuat hasil penelitian. Studi literatur tersebut diperoleh dari berbagai sumber seperti, buku, jurnal dan artikel yang berkaitan dengan penelitian dengan kategori yang dapat dipertanggung jawabkan.

3.2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dan memfokuskan untuk memperoleh data-data maupun informasi dari perusahaan yang diperlukan sebagai data yang akan digunakan untuk memecahkan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu:

- Data yang berkaitan dengan komponen *sterilizer* dan sistem kerja *sterilizer*.
- Data tentang penanganan yang telah dilakukan apabila terjadi kegagalan sistem.
- Data waktu beroperasi, kerusakan dan perbaikan.
- Data yang di butuhkan dalam analisa RCM dan FMEA.
- Data wawancara kepada pihak-pihak yang berkaitan terhadap kinerja sistem instrumentasi *sterilizer*.

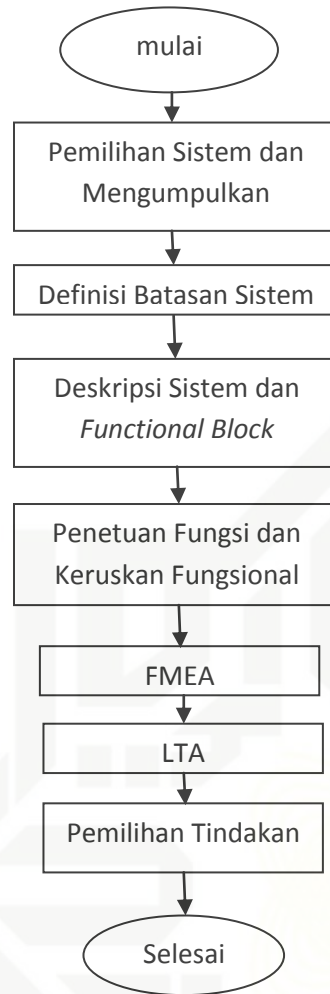
3.2.4 Pengolahan Data

Pada tahap ini metode RCM akan digunakan untuk mengelolah data yang diperoleh selama penelitian di PT Perkebunan Nusantara V PKS Sei Intan dan hasil pengolahan data tersebut dapat digunakan ketahap sealnjutnya yaitu tahap analisi.

Adapun pengolahan data menggunakan metode RCM adalah:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.2 Alur Pengolahan Data RCM

1. Pemilihan sistem dan mengumpulkan informasi, dalam pemilihan sistem ini dilakukan agar sistem yang diteliti tidak terlalu luas dan mengumpulkan informasi berdasarkan sistem yang dipilih.
2. Definisi batasan sistem yang bertujuan untuk membatasi mana saja yang termasuk komponen-komponen yang dianalisa sehingga komponen dapat teridentifikasi secara akurat.
3. Mendeskripsikan sistem dan *Functional Block diagram* (FBD) yang digunakan untuk menguraikan secara detail setiap proses sistem dan menyusun blok diagram fungsi-fungsi dari setiap komponen yang saling berhubungan dengan sistem.
4. Menentukan kerusakan fungsi dan fungsi sistem untuk menunjukkan bagaimana input dan output sistem bekerja sesuai fungsi dan sebaliknya bagaimana masukan dan keluaran sistem tidak bekerja sesuai fungsi.



5. Mendeskripsikan FMEA yang digunakan untuk menentukan tingkat keandalan sistem dengan cara menentukan nilai kegagalan sistem berdasarkan *Severity*, *Occurrence* dan *Detection*. Kemudian nilai-nilai yang didapatkan akan menentukan berapa nilai RPN setelah dimasukan kedalam rumus perkalian $RPN=S \times O \times D$.
6. Setelah nilai RPN didapatkan kemudian dimasukan nilai RPN dari yang rendah ke tinggi untuk pembuatan diagram pareto yang berfungsi untuk melihat tingkat kegagalan tiap-tiap komponen dari sistem instrumentasi *sterilizer*.
7. Mendeskripsikan *Logic Tree Analysis* (LTA) yang digunakan untuk menentukan konsekuensi dan prioritas dari mode kegagalan sistem. Konsekuensi ini bertujuan untuk melihat resiko dari kegagalan apakah akan beresiko tinggi terhadap sistem, produksi, keselamatan, perusahaan dan lingkungan. Sedangkan prioritas bertujuan untuk membedakan mode kegagalan berdasarkan *evident*, *safety*, *outage* dan *category*.
8. Melakukan pemilihan tindakan untuk menentukan tindakan tepat yang didasarkan pada enam jenis *maintenance task* yaitu *condition-directed task*, *time-directed life – renewal task*, *failure finding task*, *run to failure*, *servicing task*, dan *lubrication task*. Dalam pemilihan ini bertujuan untuk mencegah dan mengurangi kerusakan pada komponen dan kinerja sistem.

3.2.5 Analisis Data

Dari hasil pengolahan data yang dilakukan, maka dari hasil tersebut dilakukan analisis berdasarkan hasil dari pengolahan data yang mengacu pada teori yang digunakan. Analisis dari pengolahan data tersebut berupa, analisis data secara kualitatif dengan membandingkan data kerusakan sistem instrumentasi pada sterilizer, kemudian menganalisis data secara kualitatif dengan metode FMEA yang berupa bentuk kegagalan yang terjadi, menganalisis komponen kritis dengan ITA dan menentukan pemilihan tindakan berdasarkan metode RCM.

3.2.6 Proses Dengan Metode RCM

Pada analisis pemecah masalah ini analisisnya dilakukan menggunakan *worksheet* untuk memasukan data yang salah diolah kemudian di susun berdasarkan pengkategorian dan tindakan penyelesaian masalah dengan metode pendekatan RCM. Dari rekomendasi ini akan diperoleh tindakan sesuai dengan kegagalan dan kerusakan sistem yang terjadi



dari masing-masing komponen instrumentasi *sterilizer*. Berikut ini merupakan *worksheet* dalam analisa pemecah masalah yaitu:

Pembuatan FMEA

Pembuatan FMEA digunakan untuk mengetahui mode kegagalan, penyebab kegagalan serta menentukan nilai kegagalan sistem berdasarkan *severity*, *occurance* dan *detection*. Nilai-nilai tersebut kemudian akan dikaitkan dengan rumus $S \times O \times D$. Hasil akhir pembuatan FMEA ini berupa *worksheet*, didalam *worksheet* ini data yang sudah diolah akan dimasukan berdasarkan katagori yang ada pada *worksheet* FMEA.

Tabel 3.1 *worksheet* FMEA.

No	Component	Function	Mode kegagalan	Efek kegagalan	S E V	Penyebab kegagalan	O C C	Carrent Controls	D E T	R P N
1										

Keterangan :

Component And Function berisi tentang komponen dan fungsi dari bagian yang di analisa.

Mode kegagalan, merupakan jenis-jenis potesial kegagalan sistem dalam proses..

Efek kegagalan, merupakan akibat-akibat yang akan di timbulkan jika komponen mengalami kegagalan..

Severity, merupakan tingkat kerusakan yang parah dari efek kegagalan yang terjadi.

Penyebab kegagalan, berisi tentang apa saja penyebab terjadinya kegagalan.

occurance, berisi nilai frekuensi kegagalan yang terjadi

Current control, metode keandalan apa yang sudah diterapkan untuk mencegah terjadinya kegagalan atau kendali apa untuk mendeteksi jika terjadi kegagalan.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Detection, merupakan nilai seberapa besar kemungkinan *Current control* bisa mendeteksi kegagalan.

Risk Priority Number(RPN), merupakan hasil dari perkalian antara *Severity*, *occurity* dan *Detection*.

$$RPN = Severity \times occurity \times Detection$$

2. Pembuatan LTA

Setelah analisis FMEA selesai, selanjutnya melakukan pembuatan LTA. Pemecah masalah menggunakan LTA dengan cara menentukan konsekuensi dan prioritas dari mode kegagalan sistem. Penentuan konsekuensi ini bertujuan untuk melihat resiko dari kegagalan berdasarkan *evident*, *safety*, *outage*, dan *category*.

Tabel 3.2 *worksheet* LTA

NO.	KOMPONEN	FUNGSI	MODE Kegagalan	PENYEBAB Kegagalan	Analisis Kekritisian LTA			
					Evident	Safety	Outage	CategOry
1								

Keterangan:

Evident, yaitu apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan dalam sistem?

Safety, yaitu apakah mode kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan?

Outage, yaitu apakah metode kerusakan ini mengakibatkan seluruh atau sebagian mesin berhenti?

Category, yaitu pengkategorian yang diperoleh setelah menjawab pertanyaan pertanyaan yang diajukan. Pada bagian ini komponen terbagi dalam 4 kategori, yaitu kategori A (*safety problem*), merupakan permasalahan yang terjadi berdampak pada keselamatan, kategori B (*outage problem*) merupakan masalah yang terjadi berdampak pada sistem, kategori C (*Economic Problem*) merupakan permasalahan yang terjadi berdampak terhadap perusahaan, kategori D (*Hidden*

Failure) merupakan permasalahan yang terjadi tidak dapat terdeteksi.

3. Pemilihan Tindakan

Analisis pemecahan masalah terakhir yaitu melakukan pemilihan tindakan. Cara ini digunakan untuk menentukan tindakan tepat yang didasarkan pada enam jenis *maintenance task* yaitu *condition-directed task*, *time-directed life-renewal task*, *failure finding task*, dan *run to failure*. Pemilihan tindakan ini bertujuan untuk memberikan solusi terhadap kegagalan yang terjadi. Solusi yang diambil nantinya berdasarkan dari jawaban yang telah diberikan dari 7 pertanyaan, selanjutnya memberikan tindakan dari permasalahan tersebut.

Tabel 3.3 pemilihan tindakan

NO	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Pemilihan Tindakan						
					Pertanyaan						
					1	2	3	4	5	6	7
1											

Keterangan:

- Tujuh pertanyaan dalam pemilihan tindakan yaitu:
 - Apakah hubungan kerusakan dengan umur kehandalan diketahui?
 - Apakah tindakan TD bisa digunakan?
 - Apakah tindakan CD bisa digunakan?
 - Apakah mode kegagalan termasuk kedalam kategori D?
 - Apakah FF dapat digunakan?
 - Apakah tindakan yang dipilih efektif?
 - Apakah mode kegagalan termasuk dalam katagori C atau D?
- Tindakan merupakan hal yang dilakukan untuk menentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan yang terjadi, yaitu:
 - Condition Directed Task* (CD), tindakan yang diambil yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara *visual inspection*, memeriksa alat serta



memonitoring sejumlah data yang ada.

- b. *Time Directed* (TD), tindakan yang diambil yang lebih berfokus pada aktivitas penggantian dan pembersihan yang dilakukan secara berkala.
- c. *Failure Fiding* (FF), tindakan yang diambil untuk melalui pemeriksaan dan evaluasi berkala terhadap kesehatan peralatan atau komponen, ditemukan kegagalan yang tersembunyi oleh operator.
- d. *Run To Failure* (RTF), suatu tindakan yang diambil dengan menggunakan peralatan sampai rusak, karena tidak ada tindakan yang ekonomis, dapat dilakukan untuk pencegahan kerusakan.

3.2.7 Diagram pareto

Ini merupakan tahap akhir dalam pembuatan FMEA, dimana diagram pareto dapat menentukan komponen atau subsistem yang memberikan kontribusi terhadap kegagalan system. Diagram pareto bisa juga di gunakan untuk menentukan pangkal persoalan berdasarkan analisa dengan mempertimbangkan beberapa sudut pandang.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengolahan data dan hasil analisis yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan, yaitu:

1. Berdasarkan hasil mrnggunakan RCM didapat analisis nilai MTTF pada tabel 4.11 didapat, waktu operasi semua komponen yang dapat menyebabkan kerusakan yang paling sering berada di komponen *rotortrem* dan *exhaust valve* dengan nilai MTTF sebesar 4321 dengan 6 kali mengalami kegagalan, maka jadwal perawatan 180 hari kerja. Sehingga jika jadwal perawatan yang di gunakan berjalan dengan baik maka *breakdown* bisa dihindari dan dapat memperkecil waktu *downtime*.
2. Hasil perhitungan yang diperoleh bahwasanya nilai *Availability* dari sterilizer nilai terkecil terdapat pada *Program Logic Controller* (PLC) dengan nilai 0,78247 dan terbesar terdapat pada *Rotorthem* dengan nilai 0,99884.

5.2 Saran

Melakukan perawatan terhadap sistem atau komponen instrumentasi sangatlah penting dan harus diprioritaskan terhadap komponen kritis demi menjaga performansi dan kelancaran pengolahan TBS sperti halnya pada *Programmable Logic Controller* (PLC) karena komponen tersebut sangat berpengaruh terhadap kelangsungan proses operasional *Sterilizer*. Adapun untuk penelitian dapat dikembangkan dengan menggunakan metode analisis FTA.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Intan 2017
- [2] Kristian boby. 2014, Pengaruh Tekanan Uap Terhadap Perebusan Tandan Buah Segar dan Korosi Dinding Sterilizer PT. Merbau Jaya Indah Raya. Politeknik Negri Medan.
- [3] Sholikin, 2019. Operator Sterilizer PT Perkebunan Nusantara V PKS Sei Intan
- [4] Statmis, 1995, Failure Mode and Effect Analysis, ASQC, United States Of America.
- [5] Tarmizi. 2018, Analisa keandalan Sterilizer Horizontal Menggunakan Reliability Block Diagram Berdasarkan Identifikasi Kegagalan Melalui Failure Mode and Effect Analysis dan Fault Tree Analysis Di PT. Perkebunan Nusantara IV Unit Pabatu. Universitas Sumatra Utara.
- [6] Bloom, N.B, *Reliability Centered Maintenance: Implementation Mode Sample*. United States of America: McGraw-Hill, 2006
- [7] Hakim D. 2018, Analisa Keandalan Sistem Instrumentasi Pada Boiler Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Pagar. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru.
- [8] Agustinus Dwi Susanto, dkk. 2018, Perencanaan Perawatan Pada Unit Kompresor Tipe Screw Dengan Metode RCM di Industri Otomotif. President university, cikarang.
- [9] Legisnal Hakim, dkk, 2011, Perencanaan Aplikasi RCM dengan Analisa Kualitatif pada Stasiun Pengolahan Biji Sawit. Universitas Pasir Pengaraian, Rokan Hulu.
- [10] Herry Christian Palit, dkk, 2012, yaitu Perancangan RCM Untuk Mengurangi Downtime Mesin Pada Perusahaan Manufaktur Alumunium.
- [11] Rio Prasetyo Lukodono, dkk, 2013, yaitu Analisis Penerapan Metode RCM dan MVSM Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Sistem *Maintenance* (Studi Kasus PG. X).
- [12] Azka Nur Aufar, dkk, 2014, yaitu usulan Kebijakan Perawatan Area Produksi Trim Chassis Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Studi Kasus: PT. Nissan Motor Indonesia).
- [13] Fadli Ridoan. 2017, Analisis Keandalan Sistem Instrumentasi *Boiler* Menggunakan Metode *FTA* dan *FMEA* di PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Pagar. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru.
- [14] Ferdinand, Franky, dkk, 2002, *Kajian Keandalan SDH Pada JARLOKAF*, Elektronikandonesia, no.44, Thn IX. 2002

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



[15] Priyanta, Dwi, 2000, *Keandalan Dan Perawatan*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

[16] Imron, Mustajib, dkk, 2013, *Sistem Perawatan Terpadu*. Graha Ilmu. Yogyakarta

[17] Ebeling, C.E. 1997, *An Introduction To Reliability And Maintainability Engineering*, McGraw – Hill Companies, Inc.

[18] Mourbray, John, 1992, *Reliability Centered Maintenance*. (Second edition) New York: Industrial Press Inc.

[19] Henley, E.J dan H. Kumamoto, 1981, *Reliability Engineering and Risk Assessment*, New Jersey : Prentice Hall

[20] Smith, Anthony M, 1993, *Reliability Centered Maintenance*, The McGraw-Hill

[21] McDermot, E. Robin, 2009, *The Basic of Failure Mode and Effect*, Edisi 2. CRC Press. USA

[22] Ansori, Nacul dan Mustajib, Imron, 2013, *Sistem Perawatan Terpadu*, Yogyakarta: Graha Ilmu

[23] Gaspersz, Vincent, 1998, *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



LAMPIRAN A

Jumlah kerusakan serilizer No 3

No	Komponen	Frekuensi kegagalan				total
		2016	2017	2018	2019	
1	<i>Programable Logic Controller (PLC)</i>	1	-	-	-	1
2	<i>Pressure gauge</i>	1	-	1	1	3
3	<i>Rotortrem</i>	2	1	2	1	6
4	<i>Air Compresor</i>	1	-	1	-	2
5	<i>Safety Valve</i>	-	1	-	-	1
6	<i>Condensate valve</i>	1	1	1	1	4
7	<i>Inlet valve</i>	1	2	1	1	5
8	<i>Exhaust valve</i>	2	1	2	1	6

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang menyalin atau memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAMPIRAN B

Perhitungan laju kegagalan

Dik total waktu operasi (3 tahun)=24 jam * 30 hari = 720 jam * 12 bulan = 8640 Jam * 3 tahun= 25920jam

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah kegagalan (jam)}}{\text{Total waktu operasi (jam)}}$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

Programable Logic Controller (PLC)

$$\lambda = \frac{1}{25920} = 0,0000386$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0000386} = 2590$$

Pressure gauge

$$\lambda = \frac{3}{25920} = 0,0001157$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0001157} = 8643$$

Rotortrem

$$\lambda = \frac{6}{25920} = 0,0002314$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0002314} = 4321$$

Air Compresor

$$\lambda = \frac{2}{25920} = 0,0000772$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0000772} = 1295$$

Savety Valve

$$\lambda = \frac{1}{25920} = 0,0000386$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0000386} = 2590$$

Condensate valve

$$\lambda = \frac{4}{25920} = 0,0001543$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0001543} = 6518$$

Inlet valve

$$\lambda = \frac{5}{25920} = 0,0001929$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0001929} = 5184$$

Exhaust valve

$$\lambda = \frac{6}{25920} = 0,0002314$$

$$MTTF = \frac{1}{0,0002314} = 4321$$

1. Disarankan untuk setiap bagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAMPIRAN C

Perhitungan MTTR

$$MTTR = \frac{\text{lama perbaikan (pertahun)}}{\text{jumlah kegagalan (pertahun)}}$$

1. $MTTR = \frac{720}{1} = 720 = 12 \text{ Jam}$
2. $MTTR = \frac{60}{6} = 10 = 0,16 \text{ Jam}$
3. $MTTR = \frac{160}{2} = 80 = 1,33 \text{ Jam}$
4. $MTTR = \frac{120}{1} = 120 = 2 \text{ Jam}$
5. $MTTR = \frac{510}{5} = 102 = 1,7 \text{ Jam}$
6. $MTTR = \frac{300}{4} = 75 = 1,25 \text{ Jam}$
7. $MTTR = \frac{60}{6} = 10 = 0,16 \text{ Jam}$
8. $MTTR = \frac{150}{3} = 50 = 0,83 \text{ Jam}$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAMPIRAN D

Perhitungan *availability sterilizer* no 3

$$Availability = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR}$$

$$1. Availability = \frac{2590}{2590 + 720} = 0,78247$$

$$2. Availability = \frac{8643}{8643 + 10} = 0,99884$$

$$3. Availability = \frac{4321}{4321 + 80} = 0,98204$$

$$4. Availability = \frac{1295}{1295 + 120} = 0,91519$$

$$5. Availability = \frac{2590}{2590 + 102} = 0,96210$$

$$6. Availability = \frac{6518}{6518 + 75} = 0,98862$$

$$7. Availability = \frac{5184}{5184 + 10} = 0,99807$$

$$8. Availability = \frac{4321}{4321 + 50} = 0,99878$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAMPIRAN E

1. Apakah operator mengetahui PLC dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?
Jawaban: YES
2. Apakah mode kerusakan pada PLC ini menyebabkan masalah keselamatan?
Jawaban: NO
3. Apakah mode kerusakan pada PLC ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian fasilitas berhenti?
Jawaban: YES
4. Apakah operator mengetahui *rotor them* dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?
Jawaban: NO
5. Apakah mode kerusakan pada *rotor them* ini menyebabkan masalah keselamatan?
Jawaban: YES
6. Apakah mode kerusakan pada *rotor them* ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian fasilitas berhenti?
Jawaban: YES
7. Apakah operator mengetahui *air compressor* dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?
Jawaban: YES
8. Apakah mode kerusakan pada *air compressor* ini menyebabkan masalah keselamatan?
Jawaban: NO
9. Apakah mode kerusakan pada *air compressor* ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian fasilitas berhenti?
Jawaban: NO
10. Apakah operator mengetahui *Safety Valve* dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?
Jawaban: YES
11. Apakah mode kerusakan pada *Safety Valve* ini menyebabkan masalah keselamatan?

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Jawaban: YES

12. Apakah mode kerusakan pada *Safety Valve* ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian fasilitas berhenti?

Jawaban: YES

13. Apakah operator mengetahui *Inlet Valve* dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?

Jawaban: YES

14. Apakah mode kerusakan pada *Inlet Valve* ini menyebabkan masalah keselamatan?

Jawaban: NO

15. Apakah mode kerusakan pada *Inlet Valve* ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian fasilitas berhenti?

Jawaban: NO

16. Apakah operator mengetahui *Condensate Valve* dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?

Jawaban: NO

17. Apakah mode kerusakan pada *Condensate Valve* ini menyebabkan masalah keselamatan?

Jawaban: YES

18. Apakah mode kerusakan pada *Condensate Valve* ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian fasilitas berhenti?

Jawaban: YES

19. Apakah operator mengetahui *Exhaust Valve* dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?

Jawaban: NO

20. Apakah mode kerusakan pada *Exhaust Valve* ini menyebabkan masalah keselamatan?

Jawaban: YES

21. Apakah mode kerusakan pada *Exhaust Valve* ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian fasilitas berhenti?

Jawaban: YES



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

22. Apakah operator mengetahui *Pressure Gauge* dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?

Jawaban: YES

23. Apakah mode kerusakan pada *Pressure Gauge* ini menyebabkan masalah keselamatan?

Jawaban: YES

24. Apakah mode kerusakan pada *Pressure Gauge* ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian fasilitas berhenti?

Jawaban: YES



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAMPIRAN F

1 Komponen *Program Logic Control* (PLC)

- 1) Apakah hubungan kerusakan dengan umur kehandalan diketahui?
Jawaban: YA
- 2) Apakah tindakan TD dapat digunakan?
Jawaban: YA
- 3) Apakah tindakan CD dapat digunakan?
Jawaban: ya
- 4) Apakah termasuk mode kerusakan D?
Jawaban: ya
- 5) Apakah tindakan FF dapat digunakan?
Jawaban: ya
- 6) Apakah tindakan yang dipilih efektif?
Jawaban: ya
- 7) Apakah termasuk mode kerusakan C atau C/D?
Jawaban: belum dilaksanakan

2 Komponen *Rotorthem*

- 1) Apakah hubungan kerusakan dengan umur kehandalan diketahui?
Jawaban: ya
- 2) Apakah tindakan TD dapat digunakan?
Jawaban: ya
- 3) Apakah tindakan CD dapat digunakan?
Jawaban: ya
- 4) Apakah termasuk mode kerusakan D?
Jawaban: ya
- 5) Apakah tindakan FF dapat digunakan?
Jawaban: ya
- 6) Apakah tindakan yang dipilih efektif?
Jawaban: ya
- 7) Apakah termasuk mode kerusakan C atau C/D?
Jawaban: belum dilaksanakan

3 Komponen *Air Compressor*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1) Apakah hubungan kerusakan dengan umur kehandalan diketahui?

Jawaban: ya

2) Apakah tindakan TD dapat digunakan?

Jawaban: ya

3) Apakah tindakan CD dapat digunakan?

Jawaban: ya

4) Apakah termasuk mode kerusakan D?

Jawaban: ya

5) Apakah tindakan FF dapat digunakan?

Jawaban: ya

6) Apakah tindakan yang dipilih efektif?

Jawaban: ya

7) Apakah termasuk mode kerusakan C atau C/D?

Jawaban: belum dilaksanakan

4 Komponen *Safety Valve*

1) Apakah hubungan kerusakan dengan umur kehandalan diketahui?

Jawaban: ya

2) Apakah tindakan TD dapat digunakan?

Jawaban: ya

3) Apakah tindakan CD dapat digunakan?

Jawaban: ya

4) Apakah termasuk mode kerusakan D?

Jawaban: ya

5) Apakah tindakan FF dapat digunakan?

Jawaban: tidak

6) Apakah tindakan yang dipilih efektif?

Jawaban: ya

7) Apakah termasuk mode kerusakan C atau C/D?

Jawaban: belum dilaksanakan

5 Komponen *Inlet Valve*

1) Apakah hubungan kerusakan dengan umur kehandalan diketahui?

Jawaban: ya



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2) Apakah tindakan TD dapat digunakan?

Jawaban: ya

3) Apakah tindakan CD dapat digunakan?

Jawaban: ya

4) Apakah termasuk mode kerusakan D?

Jawaban: ya

5) Apakah tindakan FF dapat digunakan?

Jawaban: ya

6) Apakah tindakan yang paling efektif?

Jawaban: ya

7) Apakah termasuk mode kerusakan C atau C/D?

Jawaban: belum dilaksanakan

6 Komponen *Condensate Valve*

1) Apakah hubungan kerusakan dengan umur diketahui?

Jawaban: ya

2) Apakah tindakan TD dapat digunakan?

Jawaban: ya

3) Apakah tindakan CD dapat digunakan?

Jawaban: ya

4) Apakah termasuk mode kerusakan D?

Jawaban: ya

5) Apakah tindakan FF dapat digunakan?

Jawaban: ya

6) Apakah tindakan yang dipilih efektif?

Jawaban: ya

7) Apakah termasuk mode kerusakan C atau C/D?

Jawaban: belum dilaksanakan

7 Komponen *Exhaust Valve*

1) Apakah hubungan kerusakan dengan umur kehandalan diketahui?

Jawaban: ya

2) Apakah tindakan TD dapat digunakan?

Jawaban: ya



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3) Apakah tindakan CD dapat digunakan?

Jawaban: ya

4) Apakah termasuk mode kerusakan D?

Jawaban: ya

5) Apakah tindakan FF dapat digunakan?

Jawaban: ya

6) Apakah tindakan yang dipilih efektif?

Jawaban: ya

7) Apakah termasuk mode kerusakan C atau C/D?

Jawaban: belum dilaksanakan

8 Komponen *Pressure Gauge*

1) Apakah hubungan kerusakan dengan umur kehandalan diketahui?

Jawaban: ya

2) Apakah tindakan TD dapat digunakan?

Jawaban: ya

3) Apakah tindakan CD dapat digunakan?

Jawaban: ya

4) Apakah termasuk mode kerusakan D?

Jawaban: tidak

5) Apakah tindakan FF dapat digunakan?

Jawaban: ya

6) Apakah tindakan yang dipilih efektif?

Jawaban: ya

7) Apakah termasuk mode kerusakan C atau C/D?

Jawaban: belum dilaksanakan

UIN SUSKA RIAU



LAMPIRAN G

HASIL WAWANCARA

Nama Instansi : PT. Perkebunan Nusantara V PKS Sei Intan

Narasumber : Sholikin

Jabatan : Operator Sterilizer

Tanggal Wawancara : 12 September 2019

Pewawancara : Fatkhulanas Subekti

Isi Wawancara :

1. Berapa lama waktu pengoprasian sterilizer?

Jawaban: sistem beroperasi selama 24 jam, tetapi disesuaikan dengan kondisi persediaan TBS yang ada dan didukung dengan kondisi *sterilizer* yang baik.

2. Komponen apa sajakah yang sering mengalami kerusakan dan memiliki tingkat resiko yang tinggi terhadap berjalannya proses *sterilizer*?

Jawaban:

Program Logic Control(PLC), penyebab utamanya adalah power supply terbakar efek dari tidak stabilnya arus yang masuk. Resiko jika PLC mengalami kerusakan sangat besar dampak yang terjadi bisa menghentikan proses rebusan secara total.

Rotorthem, penyebab utamanya adaalah jarum tidak berfungsi efek dari tidak stabilnya tekanan pada steam yang masuk, dampak yang terjadi dari kerusakan tidak dapatnya melihat berapa lama rebusan berjalan.

Air kompresor, penyebab utamanya adalah terjadinya overheat akibat terlalu tingginya beban pada motor listrik. Dampak yang terjadi yaitu tidak berfungsinya buka tutup pada *paneumatic valve*.

Savety Valve, penyebab utamanya adalah per tidak berfungsi dengan baik sehingga mengakibatkan tekanan steam keluar masuknya tidak stabil.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta dilindungi UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Inlet Valve, penyebab utama kerusakan pipa pada inlet valve bocor, dan drat kran pada inlet valve haus, dampak yang terjadi dari kerusakan ini adalah steam terbuang sia-sia.

Condensate Valve, penyebab utama kerusakan adalah pipa pada condensate valve bocor, dan drat kran pada condensate valve haus, dampak yang terjadi dari kerusakan ini adalah steam terbuang sia-sia.

Exhaust Valve, penyebab utama kerusakan adalah drat kran pada exhaust valve dol, dan packing pada exhaust valve haus, dampak yang terjadi dari kerusakan ini adalah steam terbuang sia-sia.

Pressure gauge, penyebab utama kerusakan adalah jarum tidak berfungsi dan penyumbatan pada pipa steam, dampak yang terjadi adalah penunjukan tekanan steam tidak akurat.

3. Bagaimana upaya yang dilakukan operator didalam menanggulangi kerusakan tersebut?

Jawaban:

Sejauh ini upaya yang kita lakukan adalah pengecekan terhadap komponen-komponen yang rentan mengalami kerusakan dan mengambil tindakan untuk melakukan perbaikan.

4. Apa faktor-faktor yang mengakibatkan terjadinya kerusakan pada komponen-komponen tersebut?

Jawaban:

Factor yang mempengaruhi komponen-komponen tersebut biasanya terjadi akibat usia pemakaian yang begitu lama. Kemudian faktor lain itu disebabkan korsleting listrik akibat tegangan tidak stabil.

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

5. Kalau dilihat dari segi pengoprasian sterilizer tersebut, apakah dapat menyebabkan kegagalan?

Jawaban:

Kalau pengoprasiaannya sesuai dengan SOP mudah-mudahan tidak menyebabkan kerusakan yang begitu fatal kecuali dipengaruhi oleh faktor usia pakai komponen. Tetapi kalau SOPnya tidak dijalankan dengan baik maka dapat menyebabkan kerusakan. Tetapi sejauh ini kita mengoprasikan sterilizer sesuai dengan SOP yang telah ditentukan.

Diketahui oleh operator sterilizer

Sholikin

UIN SUSKA RIAU



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Fatkhulanas Subekti, lahir Rokan Hulu pada 17 agustus 1995 merupakan anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Sholikin dan Wiwik Endah yang beralamat di Desa Kembang Damai, Kec. Pagaran Tapah Darusallam, Kab. Rokan Hulu, Prov. Riau.

Email : Fatkhulanassubekti@gmail.com

Hp : 082277252477

Pengalaman pendidikan yang dilalui dimulai pada Sekolah Dasar di SD Negeri 048 Kunto Darusallam pada Tahun 2004 s/d 2007 Dan melanjutkan di SMP Negeri 2 UjungBatu pada tahun 2007 s/d 2010. Setelah menyelesaikan pendidikan di SMP N2, pendidikan dilanjutkan di SMK Negeri 1 UjungBatu pada tahun 2010 s/d 2013. Kemudian melanjutkan studi di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau pada Konsentrasi Elektronika Instrumentasi tahun 2013 dan Alhamdulillah Lulus pada tahun 2021 dengan penelitian Tugas akhir berjudul "Analisis Keandalan Sistem Instrumentasi Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) di PT Perkebunan Nusantara V PKS Sei Intan.

1. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.